



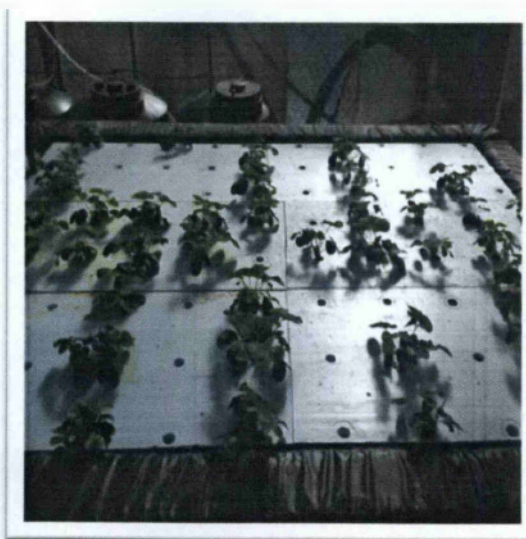
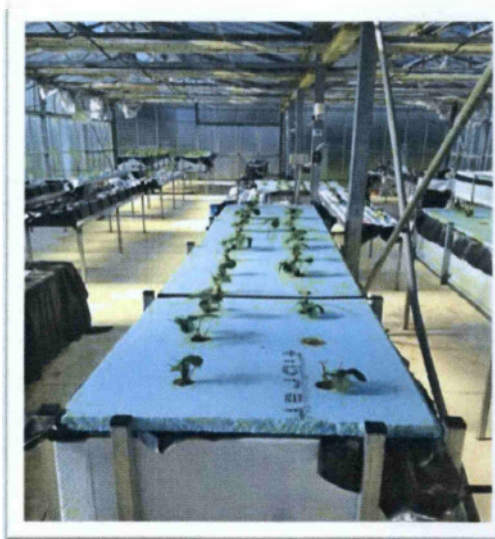
**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΊΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ”**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Παπασταθόπουλος Ιωάννης

ΑΜ:2003-029

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2013



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΊΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**" ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ "**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Παπασταθόπουλος Ιωάννης

ΑΜ: 2003-029

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναστάσιος Κώτσιρας Επίκουρος Καθηγητής

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° ΦΡΑΟΥΛΑ	5
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	6
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ.....	6
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	7
1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ.....	8
1.4.4 Πολύφορες ποικιλίες	13
1.5 Στατιστικά στοιχεία	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΦΡΑΟΥΛΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	24
2.1 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΥΓΡΑΣΙΑ	24
2.2 ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ	25
2.3 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ	26
2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΛΩΝΩΝ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ	28
3.1 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	28
3.2 ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΝΩΠΑ ΦΥΤΑ ΨΥΓΕΙΟΥ	29
3.3 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	31
3.3.1 Ζωϊκοί εχθροί	31
3.4 Ασθένειες	33
3.4.1 Μυκητολογικές.....	33
3.4.2 Βακτηριακές	33
3.4.3. Ιώσεις.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ-ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ	35
4.1 ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ	35
4.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	35
4.2.1 ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ.....	35
4.2.2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	37
4.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	38
4.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	42
5.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ	42
5.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	43

5.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ	44
5.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΕ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΠΟΡΩΔΗ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	44
5.5 Καλλιέργειες σε οργανικά πορώδη υποστρώματα	45
5.6 Μέθοδοι καλλιέργειας χωρίς πορώδη υποστρώματα	46
5.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .	50
5.8 ΘΡΕΨΗ-ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	52
5.8.1 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	52
5.8.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ	54
5.8.3 ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ	57
6.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑ	
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	58
7.1 Υλικά και μέθοδοι	58
7.1.1 Σκοπός της εργασίας.....	58
7.1.2. Φυτικό υλικό	58
7.1.3 Φύτευση.....	59
7.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	61
7.2.1 Σύστημα Επιπλεύσεως.....	61
7.2.2 Αεροπονικό σύστημα	62
7.2.3 Κεφαλή υδρολίπανσης.....	64
7.2.4. Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος	65
7.2.5. Αντλία κεφαλής υδρολίπανσεως	66
7.2.6. Αισθητήρες κεφαλής υδρολίπανσεως.....	66
7.2.7 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολίπανσεως	66
7.3 Μετρήσεις.....	66
7.3.1 Παραγωγή.....	66
7.3.2 Ανάπτυξη.....	67
7.4 Θρεπτικά διαλύματα.....	68
7.5 Αποτελέσματα.....	70
7.5.1. Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση).....	70
7.6 Συμπεράσματα.....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, που υλοποιήθηκε στο θερμοκήπιο 7 του ΑΤΕΙ Καλαμάτας, με σκοπό την πειραματική μελέτη και την διερεύνηση της ανταπόκρισης της ποικιλίας «*Camargosa*» σε διαφορετικά υδροπονικά συστήματα και πιο συγκεκριμένα σε αεροπονία και σε επίπλευση.

Στα πρώτα 4 κεφάλαια γίνεται αναφορά για το φυτό της φράουλας και πιο συγκεκριμένα, για την ιστορική αναδρομή, για τις καλλιεργούμενες ποικιλίες, για το περιβάλλον ανάπτυξης της, τον πολλαπλασιασμό, τους εχθρούς και τις ασθένειες, την καρπόδεση, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κ.α.

Το 5^ο και 6^ο κεφάλαιο αναφέρετε στην υδροπονία και τα Συστήματα εκτός εδάφους, στην υδροπονική καλλιέργεια φράουλας, στη θρέψη και την λίπανση των υδροπονικών συστημάτων.

Τέλος στο 7^ο κεφάλαιο αναφέρετε το πειραματικό μέρος της εργασίας και τα συμπεράσματα της.

Για την διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Αναστάσιο Κώτσιρα, για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στους φίλους και συναδέλφους μου **ΑΝΑΓΝΟ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟ ΚΑΙ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟ ΝΙΚΟΛΑΟ**, όπου χωρίς την τεραστία βοήθεια τους η παρούσα εργασία δεν θα είχε ολοκληρωθεί. Τέλος τον καθηγητή του ΑΤΕΙ κ. Μουρούτογλου Χρήστο για την συμβολή του σε διάφορα θέματα και τον Νυφάκο Καλλίμαχο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΦΡΑΟΥΛΑ

Η φράουλα είναι πολυετής πόα μικρού μεγέθους της οποίας τα φύλλα ξηραίνονται κάθε φθινόπωρο (εικ.1). Το υπέργειο τμήμα σε φυσικές συνθήκες αναγεννάτε κάθε άνοιξη. Το μέγεθος της ποικίλλει ανάλογα με το είδος της φράουλας και εξαρτάται από τους στόλωνες που θα σχηματίσει το κάθε φυτό. Όταν έχουμε λίγους στόλωνες ανά φυτό, τότε το ριζικό σύστημα που παράγεται σε κάθε νέο φυτό του στόλωνα είναι μεγαλύτερο και πλουσιότερο. Ο βλαστός είναι βραχύτατος με μεσογονάτια διαστήματα ελάχιστου μήκους και καλείται κεφαλή. Το ύψος της κεφαλής είναι μερικά εκατοστά μόνο και μπορεί να φτάσει ως 50-60 εκ. η κεφαλή συνιστάται από τους αγγειώδεις ιστούς, οι οποίοι σχηματίζουν ένα κύλινδρο στο κέντρο του οποίου υπάρχει η εντεριόνη και από τους εξωτερικούς ιστούς, που αποτελούνται από τις βάσεις των φύλλων στο εσωτερικό μέρος των οποίων βρίσκονται οι οφθαλμοί. Από τον κύλινδρο των αγγείων ξεκινούν αγγειώδεις δεσμίδες προς δυο κατευθύνσεις οι οποίες πάνε στις βάσεις των φύλλων. Με αυτόν τον τρόπο συνδέεται με τα τρία απομακρυσμένα σημεία της στήλης και έτσι τροφοδοτείται με θρεπτικό διάλυμα (Κανάκης, 2004).



Εικόνα 1: Φυτό φράουλας

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Όπως προαναφέρθηκε η φράουλα είναι πολυετής, έρπον κυρίως αλλά και αναρριχώμενο ποώδες φυτό με τριχωτά σύνθετα φύλλα που αποτελούνται από 3 φυλλάκια που τα περιθώρια τους είναι πριονωτά. Τα άνθη της είναι λευκά, μονογενή ή και ερμαφρόδιτα και φύονται σε μικρές ταξιανθίες που ξεκινούν από τις μασχάλες των φύλλων. Όσο ο χρόνος περνάει οι ρίζες του φυτού γίνονται ξυλώδεις και αναπτύσσονται παραφυάδες που ριζώνουν αναπτύσσοντας νέα φυτά. Ο καρπός της φράουλας είναι σύνθετος και αποτελείται από μια ανθοδόχη που έχει στην επιφάνεια της πολλά μικρά σπόρια. Η καλλιέργεια της φράουλας είναι αρκετά εύκολη ακόμα και για τους πιο αρχάριους. Η φράουλα δεν αναφέρεται από κανέναν προχριστιανικό συγγραφέα. Στη Γηραιά ήπειρο, οι πρώτες καλλιέργειες άγριας φράουλας άρχισαν το Μεσαίωνα στη Ρώμη και η μόνη γνωστή ποικιλία την περίοδο αυτή προερχόταν από τις Άλπεις. Η συστηματική καλλιέργεια της φράουλας σε αγρούς άρχισε μόλις τον 14^ο αιώνα μ.Χ. στη Γαλλία με την χρησιμοποίηση φυτών του είδους *Fragaria vesca* (Κανάκης, 2004). Σημαντικές αλλαγές στην καλλιέργειά της παρατηρήθηκαν όταν στην Ευρώπη ήρθαν οι πολύ μεγαλύτερες αμερικανικές φράουλες και στη συνέχεια οι ποικιλίες από τη Χιλή, που οι συνεχείς διασταυρώσεις τους οδήγησαν περίπου στις τωρινές φράουλες. Στις μέρες μας, τη μεγαλύτερη παραγωγή φράουλας στον κόσμο έχουν οι ΗΠΑ, ενώ στη χώρα μας ιδιαίτερα δημοφιλής είναι η ευρωπαϊκή φράουλα, που τη βρίσκουμε και αυτοφυή σε διάφορες περιοχές.

1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ

Η φράουλα είναι φυτό δικοτυλήδονο και ανήκει στο γένος FRAGARIA, ονομασία που προέρχεται από το λατινικό *Fragrans* και σημαίνει άρωμα, το οποίο είναι χαρακτηριστικό στους καρπούς της φράουλας. Υπάγεται στην οικογένεια Ροδιδών (*Rosaceae*). Η φράουλα στα Ελληνικά απαντάται και με τις ονομασίες χαμοκέρασο και χαμαικέρασος.

1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Στο γένος *Fragaria* ανήκουν περίπου 12 αυτοφυή είδη τα οποία, κατάγονται από τις παρακάτω περιοχές:

i. *Αυτοφυή της Ευρώπης: Fragaria vesca, F. Viridis, F. moschata, και F. semperflorens.*

ii. *Αυτοφυή της Ασίας: F. vesca, F. moschata, F. daltoniana, F. nubicola, F. nilgerrensis, F. orientalis και F. moupinensis.*

iii. *Αυτοφυή της Αμερικής: Fragaria chiloensis, F. virginiana, F. vesca και F. ovalis.*

Για την Ευρώπη, εκτός από τα αυτοφυόμενα σε αυτήν είδη, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα Αμερικανικά *Fragaria chiloensis, F. Virginiana* όπου από την διασταύρωση αυτών προέρχεται σχεδόν το σύνολο των καλλιεργούμενων ποικιλιών, που συνιστούν το είδος *Fragaria x ananassa*.

Σπουδαιότερα είδη φράουλας:

1. *Fragaria vesca* L.(εικ.1.3α)
2. *Fragaria moschata* DUCH (εικ.1.3β)
3. *Fragaria viridis* DUCH
4. *Fragaria chiloensis* DUCH
5. *Fragaria virginiana* DUCH (εικ. 1.3γ)
6. *Fragaria x ananassa* DUCH(εικ.1.3δ)



Εικόνα 1.3α: *Fragaria vesca*

Εικόνα 1.3β: *Fragaria moschata* DUCH



Εικόνα 1.3γ: *Fragaria virginiana*

Εικόνα 1.3δ: *Fragaria x ananassa*

1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Οι περισσότεροι γονότυποι της καλλιεργούμενης φράουλας είναι πολλαπλά υβρίδια (ποικιλίες). Πριν όμως αναπτύξουμε τις ποικιλίες της φράουλας, πρέπει να αναφέρουμε ότι για την επιλογή μιας ποικιλίας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

1. Η καταλληλότητα της ως προς το σύστημα καλλιέργειας,
2. Ο εγκλιματισμός της στην περιοχή,
3. Η εποχή καρποφορίας,
4. Ο τρόπος καρποφορίας,
5. Η αντοχή του καρπού στις μεταφορές και τους χειρισμούς,
6. Η παραγωγικότητά της,
7. Τα αγρονομικά της χαρακτηριστικά και
8. Η αντοχή της στις ασθένειες.

1.4.1 Ποικιλίες κατάλληλες για καλλιέργεια υπό κάλυψη

- i. Πρώιμες ποικιλίες
 - *Aliso*.

Ποικιλία από την Καλιφόρνια. Προσαρμόζεται καλά στις θερμές περιοχές. Κατάλληλη για θερινή φύτευση. Φυτό όχι πολύ ζωντανό, πολύ παραγωγικό, αξιοποιεί αζωτούχα λιπάσματα πολύ καλά. Ο καρπός είναι μεσαίου - μεγάλου μεγέθους, ομοιόμορφου μεγέθους. Σχήματος κωνικού προς το επιμηκές, με κόκκινο πορτοκαλί χρώμα.

- ***BelleetBonne.***

Παράγει μεγάλους στρογγυλούς καρπούς με γλυκιά γεύση, έχουν αντοχή στις μεταφορές. Καλλιεργείται ελάχιστα στην χώρα μας.

- ***CambridgePrizewinner.***

Φυτά μέτριου μεγέθους, απαιτούν πολύ γόνιμα εδάφη και είναι μια ποικιλία μέτριας παραγωγικότητας. Οι καρποί είναι κωνικοί με λαμπερό κόκκινο χρώμα. Το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στη φυτόφθορα και ο καρπός στον βωτρυτή.

- ***Chandler.***

Αμερικάνικη ποικιλία αρκετά διαδεδομένη και στην χώρα μας. Είναι ποικιλία υψηλής παραγωγικότητας με εύρωστα φυτά. Φέρει καρπούς κωνικούς, στρογγυλεμένους στην κορυφή, κόκκινου χρώματος. Οι καρποί είναι ανθεκτικοί.

- ***Douglas.***

Αμερικάνικη ποικιλία, το φυτό είναι ζωντανό με φύλλα χρώματος σκούρου πράσινου, υψηλής παραγωγικότητας. Φέρει καρπούς μεγάλου μεγέθους, στρογγυλούς με πλατυσμένη ως επί τον πλείστον κορυφή, με σκούρο κόκκινο χρώμα. Σάρκα έντονα κόκκινη με άριστα οργανοληπτικούς χαρακτήρες.

- ***Hummi Grande.***

Τα φυτά είναι εύρωστα και παραγωγικά. Οι καρποί είναι κόκκινου χρώματος, έχουν μεγάλο μέγεθος και είναι κωνικοί.

- ***Marie France.***

Είναι γαλλικής προέλευσης ποικιλία, πολύ πρώιμη. Είναι παραγωγική και φέρει μεγάλους καρπούς με έντονο κόκκινο χρώμα.

- ***Pazaro.***

Αμερικανικής προέλευσης ποικιλία με μεγάλους καρπούς, συμμετρικούς, ελκυστικού χρώματος και σχήματος. Η σάρκα είναι εξαιρετικής γεύσης και αρώματος.

- ***Pocahontas.***

Χρησιμοποιείται κυρίως από βιομηχανίες, όμως αποδίδει καλά και σε πρώιμες καλλιέργειες υπό κάλυψη.

- ***Selva.***

Έχει καρπούς κωνικούς που χαρακτηρίζονται για την επιμήκυνσή τους. Η σάρκα τους είναι συνεκτική.

- ***Senga Pantagruela.***

Φυτά υψηλής παραγωγικότητας. Καρποί επιμήκεις με κόκκινο χρώμα, η σάρκα είναι συνεκτική, καλής γεύσης και με εξαιρετικό άρωμα.

- ***Senga Procosana.***

Είναι μια ποικιλία εύκολης προσαρμοστικότητας με σκληρή σάρκα και έτσι αντέχει στις μεταφορές.

- ***Sequoia.***

Προσαρμόζεται ιδιαίτερα καλά στις ζεστές περιοχές κατάλληλη για καλλιέργεια υπό κάλυψη. Το φυτό είναι ζωηρό, ορθόκλαδο, πολύ παραγωγικό. Οι ποδίσκοι των καρπών είναι πολύ μακρύς και ως εκ τούτου συγκομίζονται πολύ εύκολα. Οι καρποί είναι μεγάλου μεγέθους, κανονικού σχήματος, σκούρου χρώματος. Η σάρκα είναι μέτρια συνεκτική, χυμώδης ανεπαρκώς χρωματισμένη, αρωματικά γλυκιά, καλής ποιότητας

- ***Toro.***

Παραγωγική ποικιλία με φυτά ζωηρά και ανοιχτή βλάστηση, όπου αποκαλύπτονται οι καρποί και έτσι συλλέγονται εύκολα. Τα φύλλα έχουν βαθύ πράσινο χρώμα και οι καρποί είναι μεγάλου μεγέθους κωνικοί.

- ***Tufts.***

Φυτό ζωηρής ανάπτυξης με μεγάλα φύλλα έντονου πράσινου χρώματος, μεγάλης παραγωγικότητας. Φέρει καρπούς κωνικούς με στρογγυλή κορυφή, υψηλής ομοιομορφίας,

μεγάλου μεγέθους και λαμπρού κόκκινου χρώματος. Η παραγωγή του φυτού διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και επεκτείνεται μέχρι τα τέλη Ιουνίου. Η σάρκα είναι κόκκινη, χυμώδης με γλυκιά γεύση.

- ***Surprise des Halles.***

Ποικιλία πολύ πρώιμη και αρκετά παραγωγική. Φέρει καρπούς κωνικούς στρογγυλεμένους στην κορυφή, κόκκινου χρώματος. Η σάρκα τους είναι χυμώδης, καλής γεύσης και αρκετά συνεκτική.

ii. **Μεσοπρώιμες ποικιλίες .**

- ***Belrubi.***

Οι καρποί της είναι ιδιαίτερα μεγάλοι, επιμήκεις, ομοιόμορφου σχήματος με λαμπρό κόκκινο χρώμα. Η σάρκα τους είναι κοκκινοπορτοκαλί χρώματος, είναι συνεκτική με γλυκιά γεύση. Οι καρποί της αντέχουν στις μεταφορές.

- ***CambridgeFavourite.***

Είναι βρετανική ποικιλία με μεγάλη προσαρμοστικότητα. Τα φυτά είναι μεγάλα και ζωηρά με μεγάλη βλάστηση, η οποία προστατεύει τα άνθη. Οι καρποί είναι ομοιόμορφοι, μεγάλου μεγέθους, κωνικοί, στρογγυλεμένοι στην κορυφή τους. Διατηρούν το μέγεθος τους όλη την διάρκεια της συγκομιδής. Η σάρκα είναι συνεκτική, μετρίως χυμώδης ανοιχτού ρόδινου έως ανοιχτού κόκκινου χρώματος, μέτριας γεύσης.

- ***CambridgeVigour.***

Είναι βρετανική ποικιλία αρκετά υψηλής παραγωγικότητας, τα φυτά είναι μεγάλης ανάπτυξης με φύλλα όρθια και πυκνή βλάστηση. Οι καρποί είναι κωνικοί οξείς, αρκετά ελκυστικοί και έχουν χρώμα πορτοκαλοκόκκινο έως κόκκινο. Η σάρκα είναι μαλακιά, χυμώδης, μετρίως γλυκιά.

- ***Gorilla.***

Ολλανδική ποικιλία όπου τα φυτά της είναι μέσης ανάπτυξης, με αραιά βλάστηση και φύλλα τραχιά και παχιά. Οι καρποί είναι κωνικοί ανομοιόμορφου σχήματος. Η σάρκα έχει λαμπρό κόκκινο χρώμα, είναι χυμώδης αλλά μέτριας γεύσης.

- ***Fresno.***

Ποικιλία που προσαρμόζεται εύκολα σε θερμές περιοχές. Τα φυτά είναι ανθεκτικά στο ασβέστιο του εδάφους. Οι καρποί είναι σφαιρικοί με κόκκινο χρώμα. Η σάρκα είναι έγχρωμη, συνεκτική, χυμώδης με καλή γεύση.

- ***Montose.***

Είναι σκοτσέζικη ποικιλία, πολύ παραγωγική. Τα φυτά είναι μεγάλης ανάπτυξης με μετρίως πυκνή βλάστηση. Οι καρποί είναι μετρίου μεγέθους με ροδοκόκκινο χρώμα. Η σάρκα είναι χυμώδης αλλά μέτριας γεύσης.

- ***Redgauntlet.***

Σκοτσέζικη ποικιλία όπου τα φυτά είναι ζωνηρά, με υψηλή και καλή βλάστηση.

- ***Sivetta.***

Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία όπου ο καρπός της είναι κωνικού σχήματος, με χρώμα πορτοκαλοκόκκινο.

- ***Tamella.***

Ολλανδικής καταγωγής ποικιλία υψηλής παραγωγικότητας. Τα φυτά είναι μέτριας ζωνρότητας με βλάστηση μέτριας πυκνότητας. Οι καρποί είναι μεγάλου μεγέθους, επιμήκεις, κωνικοί, με μέτριο κόκκινο χρώμα. Η σάρκα είναι πορτοκαλοκόκκινη καλής γεύσης.

- ***Tantallon.***

Είναι σκοτσέζικη ποικιλία πολύ παραγωγική, ανθεκτική, αλλά ευαίσθητη στην βερτιτσιλίωση. Τα φυτά είναι μέτριας ζωνρότητας και φύλλα ελαφρώς πράσινα. Οι καρποί είναι μετρίου μεγέθους και έχουν στρογγυλό σχήμα. Η σάρκα είναι κόκκινη καλής γεύσης.

- ***Tioga.***

Ζωνρό φυτό, παραγωγικό, αντιδρά στην αζωτούχο λίπανση πολύ καλά, ευαίσθητο στην χλώρωση σε έδαφος με πολύ ασβέστιο ή υψηλό PH. Καρπός μεγάλου ή μετρίου μεγέθους

αρκετά ανθεκτικός στους χειρισμούς και στην μεταφορά. Η σάρκα του καρπού είναι πολύ συνεκτική, κόκκινη, λευκή στο μέσο, αρωματική και γενικά πολύ καλής ποιότητας. Πολύ παραγωγική ποικιλία, έχει μικρές απαιτήσεις σε ψύχος, κατάλληλη για πρόωμη παραγωγή σε θερμά κλίματα.

1.4.2 Ποικιλίες μεσοπρώιμες κατάλληλες υπό προϋποθέσεις για κάλυψη

Οι παρακάτω ποικιλίες καλλιεργούνται ελάχιστα ή καθόλου στην Ελλάδα:

- *Marmion*
- *Merton princess*
- *Metron dawn*
- *Senga dulcita*
- *Senga fructana*
- *Senga gigana*
- *Senga litessa*
- *Tenira*

1.4.3 Ποικιλίες μόνο για υπαίθρια καλλιέργεια

- Όψιμες ποικιλίες
 - *Hummi ferma*
 - *Senga sengana*
 - *Senga Tigaiga*
 - *Talisman*
- Πολύ όψιμες ποικιλίες
 - *Domanil*
 - *Madam moutot*
 - *Famil*

1.4.4 Πολύφορες ποικιλίες

Ονομάζονται πολύφορες οι ποικιλίες εκείνες που έχουν την ιδιότητα να παράγουν καρπούς δύο ή περισσότερες φορές το χρόνο. Οι γνωστές ποικιλίες αυτής της κατηγορίας είναι:

- *Aromel*
- *Gento*
- *Hummigento*
- *Ostara*
- *Profusion*
- *Rabunda*
- *Revada*
- *SansRivales*

(Κανάκης, 2004).

1.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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)

GEO/TIME	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-1972, EU9-1980, EU10-1985, EU12-1994, EU15-2004, EU25-2006, EU27)	186,6	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
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)	108,5	112,4	106,4	91,6	101,2	109,3	121,9	121,9	115,8	122,2	115	111,5	:

former territory of the FRG)													
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)

GEO/TIME	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-1972, EU9-1980, EU10-1985, EU12-1994, EU15-2004, EU25-2006, 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	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	0
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	0
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	0	0
Portugal	13,1	12,9	11,5	12,1	0	0	0	0	0	0	0	12,7	0
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	0
Finland	11,9	13	11,6	8	9,7	10,1	10,4	9,7	11,2	11,6	10,3	12,8	0
Sweden	12,6	9,3	9,8	9,2	11,5	12,1	11,7	13	11,7	11,7	11,5	12,9	0
United Kingdom	36,1	36,5	38,5	47,1	52,4	66,9	73,9	87,2	0	0	103	0	0
Iceland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liechtenstein	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norway	0	0	0	0	11,4	9,5	10,6	9,1	9,9	0	0	0	0
Switzerland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Croatia	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	2,2	2,6	1,2	1,3	1,5	1,8	2	0
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	5,2	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Turkey	0	117	145	150	155	200	211,1	250,3	261	276	0	302	352
Albania	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bosnia and	0	0	0	0	0	6,8	8,4	0	0	0	0	8,8	8,7

Bosnia and Herzegovina													
------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* (:) = Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

Πίνακας 3. Περιοχή Καλλιέργειας (1000 εκτάρια)

GEO/TIME	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-1972, EU9-1980, EU10-1985, EU12-1994, EU15-2004, EU25-2006, 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 the FRG)	9,6	9,8	9,9	10,4	11,8	13,4	14,2	13	13	13	13,6	13,8	:
Estonia	1,1	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	:	0,3	0,3	:
Ireland	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	:
Spain	10,7	9,8	8,9	9,1	7,7	8,7	8,3	8,1	6,8	7,1	7	6,9	:
France	4	3,9	3,8	3,7	3,6	3,8	3,5	3,1	3	:	2,9	3	:

Italy	7	6,8	6,4	6,2	6,2	5,8	5,7	6	6	3,1	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	0,4	:
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	:
Hungary	:	:	0,5	0,6	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	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
Portugal	0,6	0,6	0,5	0,6	:	:	:	2	:	:	:	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	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	:
United Kingdom	3,3	3,4	3,1	3,3	3,5	3,8	4,5	4,4	:	:	4	:	:
Iceland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0	:
Liechtenstein	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
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,	0,6	0,6	:	:	:	:	:	:	:	:	0,7	:	:

the													
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 Διαθέσιμο

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
Αυστρία	0	0	0	0	1.728	0
Βέλγιο	15.615	2.795	189.706	62.295	168.543	84.224
Βοσνία-Ερζεγοβίνη	0	0	0	0	0	0
Βουλγαρία	0	10.243	15.333	1.600	0	4.106
Γαλλία	31.326	773	32.951	0	53.453	0
Γερμανία	12	0	0	1.460	22.726	20.350
Δανία	0	0	0	0	0	0

Εσθονία	0	0	0	0	0	0
Ηνωμένο Βασίλειο	19.087	0	0	0	0	23
Ισπανία	6.092	0	6.006	0	1.286	0
Ιταλία	31.867	22.972	16.347	147.956	19.907	155.136
Καζακστάν	0	0	0	0	0	0
Κατάρ	0	0	0	0	0	0
Κροατία	0	0	0	0	0	0
Κύπρος	2.673	9.859	31.823	26.751	387.909	509
Λετονία	0	0	0	0	0	0
Λευκορωσία	0	0	0	0	0	0
Μαυροβούνιο	0	0	0	0	0	0
Μολδαβία	0	0	0	0	0	54.912
Ολλανδία	1.650.433	1.553.625	1.808.703	1.744.834	1.414.384	1.480.952
Ουγγαρία	0	50.632	0	122.096	0	0
Ουκρανία	0	0	0	0	0	0
ΠΓΔΜ	0	0	0	0	0	0
Πολωνία	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
ΣΥΝΟΛΟ	1.979.486	1.904.148	2.295.119	2.224.942	2.149.692	2.057.034

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

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2013

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΦΡΑΟΥΛΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΥΓΡΑΣΙΑ

Τα φυτά της φράουλας χαρακτηρίζονται από την μεγάλη προσαρμοστικότητα τους στις περιβατολογικές συνθήκες κι έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές που το υψόμετρο τους μπορεί να φτάσει μέχρι 1000-1,500 μετρά πάνω από το επίπεδο της θάλασσας.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι βροχοπτώσεις επιδρούν ευνοϊκά στην ανάπτυξη των βλαστών την παραγωγή των στολώνων, όμως όταν αυτές είναι μεγάλης έντασης ή και διάρκειας προκαλούν προβλήματα στην ανθοφορία (ανθόρροια) και στην καρποφορία (μειωμένη καρπόδεση), επειδή συμβάλλουν στο μαλάκωμα και το σάπισμα των καρπών.

Η φράουλα προτιμά τις δροσερές περιοχές στις οποίες οι βροχοπτώσεις την άνοιξη και μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού είναι μέτριας έντασης και κανονικής κατανομής. Περιοχές με μειωμένες βροχοπτώσεις την άνοιξη μπορεί να επιλεγούν για πρώιμη καλλιέργεια φράουλας μόνο με την προϋπόθεση ότι είναι εξασφαλισμένο το νερό άρδευσης.

Όλα τα παραπάνω έχουν μεγάλη σημασία για την υπαίθρια καλλιέργεια της φράουλας. Για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες (υψηλά και χαμηλά σκέπαστρα), όπου οι συνθήκες, τουλάχιστον μέχρι την εποχή ολοκλήρωσης της συγκομιδής, είναι εν πολλοίς τεχνητές, η σημασία του κλίματος είναι μικρότερη.

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

A. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η φράουλα αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, αφού η καταστροφή του φυλλώματος και των ανθέων γίνεται στους -2°C έως -7°C . Όταν όμως το φυτό εισέλθει σε λήθαργο το ριζικό σύστημα μπορεί να αντέξει μέχρι -50°C . Η ελάχιστη βιολογική θερμοκρασία για τη φράουλα είναι 6°C , η άριστη ημέρας $22-23^{\circ}\text{C}$, η άριστη νύχτας $10-13^{\circ}\text{C}$, η άριστη εδάφους $12-15^{\circ}\text{C}$ και η μέγιστη βιολογική 30°C . Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, οι συνθήκες είναι τεχνητές, οπότε η σημασία του κλίματος είναι μικρότερη.

B. ΥΓΡΑΣΙΑ

Η περιεχόμενη υγρασία του εδάφους μπορεί να μετρηθεί με διάφορες τεχνικές μεθόδους. Μπορεί να εκτιμηθεί με την μέθοδο της «αισθήσεως» του εδάφους σε βάθος ριζοστρώματος. Η χορήγηση νερού στην χούφτα μας διατηρείται σαν μια σταθερή μπάλα, η οποία στην συνέχεια όταν ανοίγουμε την χούφτα μας θρυμματίζεται. Πρέπει να εξετάσουμε την υγρασία του εδάφους πριν από κάθε άρδευση για διαπιστώσουμε αν χρειάζεται να χορηγήσουμε νερό. Επίσης, μετά την άρδευση πρέπει να γίνει πάλι εξέταση για να φανεί αν το έδαφος έχει πάρει αρκετή υγρασία μέχρι το βάθος του ριζοστρώματος. Σε κατάλληλες θέσεις του αγρού πρέπει προληπτικά να τοποθετούνται тенσιόμετρα, έτσι ο παραγωγός να παίρνει μια ιδέα της συχνότητας του ποτίσματος. Τα тенσιόμετρα μπορεί να μην παρακολουθούνται καθημερινά αλλά δίνουν στον παραγωγό να καταλάβει την αντίδραση του εδάφους του αγρού του, στην εφαρμοζόμενη μορφή και ποσότητα άρδευσης (Κανάκης, 2004).

2.2 ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

Η φράουλα αναπτύσσεται κοντά στο έδαφος, εκεί όπου ο αέρας συγκεντρώνεται κυρίως κατά τις κρύες, χωρίς σύννεφα νύχτες από τον ανοιξιάτικο παγετό. Τα φυτά που είναι ακάλυπτα (χωρίς κάλυψη από άχυρο ή πλαστικό) ή είναι νότιος έκθεσης ή είναι ποικιλίες πρώιμης άνθησης υπόκεινται ευκολότερα σε ζημιά. Κατά το λήθαργο αντέχει στους -15°C έως -20°C . Τα άνθη και οι μικροί καρποί μπορούν να ζημιωθούν σε θερμοκρασίες από -1°C έως -3°C . Σπάνια όμως εκδηλώνονται σοβαρές ζημιές από παγετό (Βασιλακάκης, 2006).

2.3 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Περίοδος 12 ωρών ημέρας ή λιγότερο είναι σπουδαίος παράγοντας για την διαφοροποίηση των οφθαλμών σε ανθοφόρους. Κάθε ποικιλία έχει ανάγκη από διαφορετικό μήκος φωτοπεριόδου και απαιτήσεις σε θερμοκρασία. Ο σχηματισμός των στολώνων είναι η αντίδραση στην μεγάλη φωτοπερίοδο. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της ημέρας, τόσο μεγαλύτερη είναι ο αριθμός των σχηματιζόμενων στολώνων. Οι βραχείες ημέρες ποικιλίες, σχηματίζουν τους καρποφόρους οφθαλμούς κυρίως όταν οι ημέρες είναι μικρές. Μερικές ποικιλίες χρειάζονται βραχείες ημέρες την Άνοιξη ή το Φθινόπωρο προτού διαφοροποιηθούν ανθοφόροι οφθαλμοί. Αυτές οι ποικιλίες σταματούν να παράγουν ανθοφόρους οφθαλμούς και καρπούς κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και γίνονται εξ' ολοκλήρου βλαστοφόρες (Βασιλακάκης, 2006).

2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΛΩΝΩΝ

Ένας τυπικός στόλωνας είναι βλάστης αγεοτροπικός, δηλαδή αυξάνεται οριζόντια (έρπει επί του εδάφους) και φέρει δυο γόνατα. Στο πρώτο γόνατο φέρει οφθαλμό μ' ένα βράκτιο φύλλο, ενώ στο δεύτερο γόνατο φέρει οφθαλμό με πραγματικό φύλλο και στα βάθη του σχηματίζονται επίκτητες ρίζες. Αυτές οι ρίζες είναι αρχικά μονοστέλεχες, μέχρι να διαπεράσουν το έδαφος. Η παράγωγή των στολώνων εκδηλώνεται όταν το μήκος της ημέρας είναι τουλάχιστον 12 ώρες και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από 10°C.

Οι καταλληλότερες συνθήκες για την παραγωγή στολώνων (εικ.2.4α) είναι όταν έχουμε ένα καθεστώς νωρίτερα εκείνων που ανθοφορούν φωτοπεριόδου 15 ωρών σε συνδυασμό με θερμοκρασία 22-23°C. Ο χρόνος έναρξης της παραγωγής των στολώνων την άνοιξη σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των ανθέων ανά φυτό. Έτσι τα φυτά που δεν φέρουν άνθη παράγουν στόλωνες.



Εικ.2.4α : Οι πάντοτε καρποφορούσες φράουλες συνεχίζουν να παράγουν ανθοφόρους οφθαλμούς και στολαινες σε όλη την διάρκεια του χρόνου όταν οι θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

3.1 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Ο πολλαπλασιασμός της φράουλας γίνεται εγγενώς και αγενώς.

A. Εγγενής πολλαπλασιασμός είναι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο(εικ.3.1α). Εφαρμόζεται από τους βελτιωτές και τους γενετιστές προκειμένου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια.



Εικ.3.1α :Σπόρος φράουλας

B. Αγενής πολλαπλασιασμός είναι η 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 από παραφυάδες, που αναπτύσσονται από τους στόλωνες, είτε από in vitro καλλιέργειες στο εργαστήριο. Για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού εγκαθίστανται ειδικές φυτείες, στις οποίες ο έλεγχος των φυτών φράουλας τόσο για την υγιεινή κατάσταση τους όσο και για την γονοτυπική τους ταυτότητα είναι συνεχείς και αξιόπιστες.

Από τις φυτείες αυτές εξάγονται φρέσκα έρριζα φυτάρια τους μήνες από Αύγουστο έως Μάρτιο είτε έρριζα μοσχεύματα ψυγείου τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο και σπανιότερα τον Φεβρουάριο, τα οποία αφού απαλλαγούν από το φύλλωμα τους και ξεπλυθούν καλά οι ρίζες τους, διατηρούνται στο ψυγείο στους -1°C έως $-1,7^{\circ}\text{C}$ μέχρι και τον επόμενο Ιούλιο (Κανάκης, 2004).

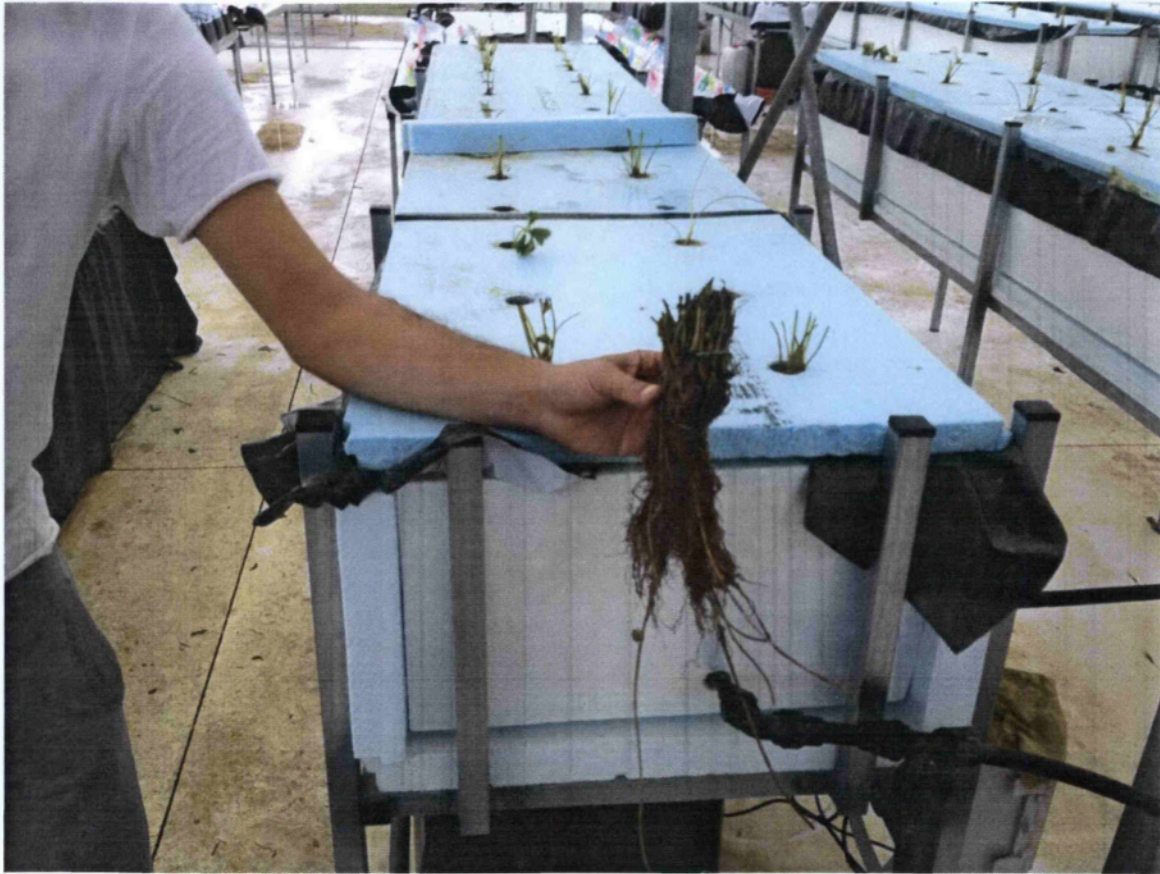
3.2 ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΝΩΠΑ ΦΥΤΑ ΨΥΓΕΙΟΥ

Το φυτώριο παράγει φυτά, που ανάλογα με την εποχή εκρίζωσης και τον τρόπο μεταχείρισης διακρίνονται σε νωπά ή φυτά ψυγείου.

i. Νωπά φυτά.

Τα νωπά φυτά προέρχονται από ειδικά φυτώρια, είναι απαλλαγμένα από ασθένειες, ιώσεις κ.τ.λ. Τα φυτά, μόλις εκριζωθούν από το φυτώριο, καθαρίζονται και μεταφυτεύονται αμέσως. Τα φυτά πρέπει να είναι σκληραγωγημένα, διαφορετικά παρατηρούνται πολλές αποτυχίες στην μεταφύτευση και τα φυτά δεν αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα.

Ο τρόπος με τον οποίο τα φυτά σκληραγωγούνται στο φυτώριο είναι η βραδεία αύξηση. Αυτή επιτυγχάνεται με το φυσικό ψύχος, με τη μειωμένη άρδευση και την περιορισμένη Αζωτούχο λίπανση. Για να επιτευχθεί αυτό τόσο νωρίς πρέπει τα φυτά να προέρχονται από φυτώριο που βρίσκεται σε οροπέδιο (υψόμετρο 1000 μέτρων περίπου). Φυτά που παράγονται σε υψηλό υψόμετρο, υφίστανται τις χαμηλές θερμοκρασίες σχετικά νωρίς και τα φυτά μπορούν να εκριζωθούν και να μεταφυτευτούν νωρίτερα, απ' ό,τι φυτά που προέρχονται από φυτώρια που βρίσκονται σε πεδινές εκτάσεις. Τα φυτά αυτά φυτεύονται το φθινόπωρο-χειμώνα, η επιτυχία της καλλιέργειας εξαρτάται από το πόσο καλά αναπτύσσονται τα φυτά κατά τη διάρκεια των μηνών Δεκεμβρίου – Ιανουαρίου. Όσο πιο καλά αναπτυχθούν τόσο περισσότερους ανθοφόρους οφθαλμούς θα διαφοροποιήσουν και τόσο μεγάλη θα είναι η παραγωγή (Κανάκης, 2004).



Εικόνα 3.2: Φυτά ψυγείου

ii. Φυτά ψυγείου

Τα φυτά το φθινόπωρο, καθώς υφίστανται την επίδραση της βραχείας φωτοπεριόδου και του ψύχους μπαίνουν ομαλά σε λήθαργο. Τα φυτά εκριζώνονται το χειμώνα και μεταφέρονται σε αποθήκες. Εκεί τα φυτά καθαρίζονται και κατόπιν τοποθετούνται σε χαρτοκιβώτια ή ξυλοκιβώτια, τυλιγμένα σε λευκό πολυαιθυλένιο για να μην χάσουν υγρασία (1000- 2000 φυτά/ κιβώτιο) τοποθετούνται σε ψυγείο με θερμοκρασία -2°C . Τα φυτά παραμένουν στο ψυγείο μέχρι τον Ιούλιο περίπου και στη συνέχεια μεταφέρονται στον αγρό. Το κύριο πρόβλημα συντήρησης των φυτών στο ψυγείο είναι οι σήψεις.

Κατά την συντήρηση των φυτών παρατηρούνται προσβολές από διάφορα είδη μυκήτων και αυτό συμβαίνει όταν τα φυτά τοποθετηθούν στα κιβώτια χωρίς να έχουν στεγνώσει καλά ή οι συνθήκες συντήρησης δεν είναι οι ιδανικές. Οι πιο συχνά απαντώμενοι μύκητες είναι αυτοί των γενών *Pnytophthora*, *Botrytis Phizoctonia*, *Cieosporium*, *Mortierella*, *Typhoia* και *Chaetomium*.

Για τον έλεγχο των ασθενειών των φυτών κατά την συντήρηση πρέπει:

1. τα φυτά να εκριζώνονται αφού έχουν εισέλθει σε πλήρη λήθαργο
2. τα φυτά να οδηγούνται στο ψυγείο εντός 72 ωρών το αργότερο και στεγνά
3. να συντηρούνται στη σωστή θερμοκρασία -2°C
4. να λαμβάνονται προστατευτικά μέτρα.

i. Ψεκασμός των φυτών στον αγρό, πριν την εξαγωγή τους με benomy.

ψεκασμός εκτός του ότι μειώνει την πιθανότητα προσβολής των φυτών από μυκητολογικές ασθένειες, επιπλέον βελτιώνει και τη ζωηρότητα των φυτών.

ii. αν δεν προηγήθηκε ψεκασμός στον αγρό, τότε συνίσταται εμβάπτιση των φυτών σε διαλύματα με μυκητοκτόνα πριν την συσκευασία.

3.3 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

3.3.1 Ζωϊκοί εχθροί

i. 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 (*chaetosiphonfragaefolii*) και η αφίδα του κρεμμυδιού (*Myzusascalonicys*). 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 (*Tertanychus urticae*):** Μεγάλοι πληθυσμοί συγκεντρώνονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, την οποία και απομυζούν.
- **Καραφατμέ (*Agrotisspp*):** 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.
- **Γρυλλοτάλπη**(*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.

ii. 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 longates* και *Platylenchu spenetrans*. Προσβάλλουν και παρασιτούν τις ρίζες.

iii. Λοιποί εχθροί

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

3.4 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

3.4.1 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 σα 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 fragariae*) και **σήψη καρπών** (*Mucor mucedo*).

3.4.2 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.

3.4.3. 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 χλωροτική κηλίδωση
- Ελαφρό κιτρίνισμα της περιφέρειας των φύλλων
(Κανάκης, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ-ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ

4.1 ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ

Αυτογόνιμο είδος και εν μέρει αυτεπικονιαζόμενο άνθος. Οι μέλισσες είναι χρήσιμες στην επικονίαση. Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες για χειμερινή παραγωγή καρπών επιβάλλεται η τοποθέτηση κυψελών στο θερμοκήπιο. Ο καρπός της φράουλας είναι συγκάρπιο. Το σαρκώδες εδώδιμο τμήμα είναι η διογκωμένη ανθοδόχη, εξωτερικά της οποίας φέρονται τα αχάινια, που είναι βυθισμένα ή εξέχοντα. Τα αχάινια είναι οι πραγματικοί καρποί. Αυτά αποτελούνται από το σπέρμα, το σκληρό ενδοκάρπιο και από το πολύ λεπτό μεμβρανώδες εξωκάρπιο που είναι πορτοκαλί ή κίτρινου χρώματος και επηρεάζει την εμφάνιση του καρπού. Τα αχάινια αποτελούνται μέσω πολλαπλασιασμού των νέων ποικιλιών ή εκείνων των ειδών που πολλαπλασιάζονται κυρίως με σπόρο, όπως η *F. vesca* (Βασιλακάκης, 2006).

4.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ποιότητα της φράουλας είναι τόσο **εξωτερικά**, όπως μέγεθος, σχήμα, χρώμα, στιλπνότητα, καθαρότητα, προσβολές από μύκητες ή βακτήρια, όσο και **εσωτερικά**, όπως σκληρότητα σάρκας, περιεκτικότητα σε σάκχαρα, διαλυτά οξέα, βιταμίνη C, ύπαρξη κενού ή όχι στο εσωτερικό του καρπού (Βασιλακάκης, 2006).

4.2.1 Εξωτερικά Ποιοτικά Χαρακτηριστικά του Καρπού

Μέγεθος-σχήμα

Καρποί μεγαλύτεροι των 15 γραμμαρίων θεωρούνται μεγάλο μέγεθος, ενώ καρποί μικρότεροι των 6 γραμμαρίων θεωρούνται μικροί. Το μέγεθος του καρπού είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας, αλλά εξαρτάται, όπως προαναφέρθηκε, από το μέγεθος του άνθους καθώς και από πολλούς άλλους παράγοντες.

Ο αριθμός των καρπών που φέρει το φυτό καθώς και το μέγεθος συσχετίζεται με την ποικιλία. Ποικιλίες που σχηματίζουν περιορισμένο αριθμό ανθέων/ταξιανθία συνήθως παράγουν καρπούς μεγάλο μέγεθος. Αντίθετα, ποικιλίες που παράγουν πολλά άνθη/ταξιανθίες και σχηματίζουν αυξημένο αριθμό καρπών/φυτό παράγουν πολλούς καρπούς μεγάλο μέγεθος, έτσι, οι ποικιλίες χαρακτηρίζονται μεγαλόκαρπες, μικρόκαρπες κτλ. Σε ποικιλίες που παράγουν πολλά άνθη/ταξιανθία το μέγεθος των καρπών είναι μεγάλο ή μικρό, ανάλογα με την θέση ή τον χρόνο εμφάνισής των στην ταξιανθία.

Το πρώτο άνθος της ταξιανθίας είναι μεγάλο και φέρει περίπου 400 υπέρους, ενώ στο μικρό άνθος μπορεί να έχει ανθοδόχη με 60 υπέρους. Έτσι, ένας καρπός των 40 γραμμαρίων μπορεί να προκύψει μόνο και εφόσον το άνθος έχει πολύ μεγάλο αριθμό υπέρων. Τα πρώτα άνθη της ταξιανθίας που εκπτύσσονται, αν δεν παγώσουν, είναι εκείνα που δίνουν συνήθως τους μεγάλους καρπούς. Καθώς προχωράει η συγκομιδή το μέγεθος των καρπών μειώνεται.

Σχήμα

Το σχήμα της φράουλας εξαρτάται από την ποικιλία και μπορεί να παραλλάσει από κωνικό έως πεπλατυσμένο, με μια ή περισσότερες κορυφές. Το σχήμα της φράουλας επηρεάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ομοιόμορφη ή μη ανάπτυξη της ανθοδόχης, που με την σειρά της εξαρτάται από την ομοιόμορφη κατανομή και ανάπτυξη αχαινίων πάνω στην ανθοδόχη.

Ο καρπός δεν παίρνει το κανονικό σχήμα και μέγεθος εξαιτίας παγετού, ελλιπούς επικονίασης- γονιμοποίησης, προσβολής, προσβολής από ασθένειες ή έντομα.

Σχίσσιμο των καρπών

Το σχίσσιμο των καρπών της φράουλας εξαρτάται είναι συνηθισμένο φαινόμενο, όταν αυτή καλλιεργείται σε θερμοκήπιο, κατά την χειμερινή περίοδο. Επειδή, στο θερμοκήπιο υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία και η διαπνοή διαμέσου των φύλλων είναι πολύ

περιορισμένη οι καρποί που αρχίζουν να ωριμάζουν, εξαιτίας της υψηλής οσμωτικής πίεσης, απορροφούν υπερβολική ποσότητα νερού και έτσι σχίζονται.

Χρώμα

Το χρώμα της φράουλας οφείλεται σε ανθοκυάνες. Η ανάπτυξη του χρώματος καθώς και η έντασή του εξαρτώνται από την ποικιλία, το στάδιο ωρίμανσης, το μέγεθος του καρπού, από την εποχή, τον αριθμό καρπών ανά φυτό, την λίπανση και από άλλους παράγοντες. Το φώς δεν είναι απαραίτητο για τον χρωματισμό του καρπού όταν η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από 25°C. Οι φράουλες που παράγονται εκτός εποχής συνήθως δεν είναι καλά χρωματισμένες και αυτό οφείλεται στη μειωμένη ένταση του φωτός, στη χαμηλότερη θερμοκρασία και στο μήκος της ημέρας. Συνήθως, το εσωτερικό του καρπού είναι λευκό είναι λευκό ή λιγότερο ερυθρό από ότι το εξωτερικό του καρπού. Οι μικρού μεγέθους καρποί είναι πιο έντονα χρωματισμένοι από ότι οι μεγάλοι μεγέθους και για αυτό προτιμώνται από την βιομηχανία.

Στιλπνότητα

Ο φρεσκοκομμένος καρπός είναι γυαλιστερός, καθώς όμως περνάει ο χρόνος διατήρησης ο καρπός, εκτός του ότι χάνει νερό, μαλακώνει, γίνεται ευαίσθητος στις σήψεις και επιπλέον χάνει την στιλπνότητά του. Καρποί που συντηρούνται σε χαμηλή θερμοκρασία για κάποιες ημέρες χάνουν την στιλπνότητά τους και αποκτούν σκουρότερο χρώμα (Βασιλακάκης, 2006).

4.2.2 Εσωτερικά χαρακτηριστικά ποιότητας

Σκληρότητα της σάρκας

Ο καρπός της φράουλας εξαιτίας της κατασκευής του, επιδερμίδα-λεπτή και τρυφερή σάρκα-μαλακιά, είναι πολύ ευπαθής και ευπρόσβλητος και για αυτό χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά την συγκομιδή και μεταφορά του, διότι κάθε τραυματισμός επισπεύδει την σήψη του.

Η σκληρότητα της σάρκας ενδιαφέρει πάρα πολύ διότι επηρεάζει την αντοχή στις μεταχειρίσεις, την συντήρηση και την εμπορία της φράουλας και επηρεάζεται τόσο από την

ποικιλία όσο και από άλλους παράγοντες. Καθώς ο καρπός ωριμάζει γίνεται περισσότερο νόστιμος αλλά ταυτόχρονα μαλακώνει και γίνεται περισσότερο ευαίσθητος στις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις και περισσότερο ευάλωτος στους μικροοργανισμούς. Σε χαμηλή θερμοκρασία οι καρποί είναι σκληρότεροι γι αυτό καλό είναι οι καρποί να συγκομίζονται νωρίς το πρωί με την δροσιά (Βασιλακάκης, 2006).

4.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

Ο χρωματισμός του καρπού αποτελεί το βασικό κριτήριο ωρίμανσης για συγκομιδή των καρπών της φράουλας. Ανώριμες φράουλες είναι χρώματος ροζ, είναι σκληρές, έχουν πολύ λίγο άρωμα, είναι πολύ ξινές. Υπερώριμες φράουλες έχουν ωραίο κόκκινο χρώμα, είναι σχετικά γλύκες, έχουν πλούσιο άρωμα, είναι μαλακές και τραυματίζονται εύκολα.

Η φράουλα για να καταναλωθεί πρέπει να είναι σχεδόν ώριμη ή ώριμη. Σε αυτό το στάδιο η σάρκα της φράουλας είναι μαλακιά και υφίσταται εύκολα ζημιά από την παραμικρή πίεση ή κτύπημα. Επίσης, προσβάλλεται εύκολα από μύκητες και βακτήρια. Πρέπει λοιπόν εξαιτίας της ευπάθειας των οι φράουλες να συγκομίζονται στο σωστό στάδιο ωρίμανσης ροζ-κόκκινες, δηλαδή, ώριμες αλλά σκληρές και να τις μεταχειριζόμαστε με μεγάλη προσοχή.

Η φράουλα συγκομίζεται με το χέρι. Ο καρπός συνήθως κόβεται μαζί με τον κάλυκα ή και με μικρό τμήμα του ποδίσκου. Η ευκολία αποχωρισμού του καρπού μαζί με τον κάλυκα από το φυτό εξαρτάται από την ποικιλία και έχει μεγάλη σημασία. Κανονικά οι καρποί συγκομίζονται μια φορά κάθε 3-4 ημέρες και η συχνότητα των συγκομιδών παραλλάσσει ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (Βασιλακάκης, 2006).



Εικόνα 4.3α Συγκομιδή φράουλας

4.4 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Η έρευνα έδειξε ότι η ποικιλία, η εποχή συγκομιδής και η θερμοκρασία συντήρησης επηρεάζουν την μετασυλλεκτική ζωή της φράουλας.

I. Ποικιλία

Η γεύση και η δυνατότητα συντήρησης εξαρτάται πολύ από την ποικιλία. Συμπέρασμα από διάφορα πειράματα έδειξαν, ότι ποικιλίες με σάρκα σκληρή έχουν καλή συντηρησιμότητα. Τέτοιες ποικιλίες είναι οι chandler, rajaro, parker, silva, και elsanta.

Επίσης η ανθεκτικότητα της επιδερμίδας φαίνεται ότι παίζει σπουδαίο ρόλο στην συντηρησιμότητα των καρπών. Συνιστώνται οι κατάλληλες ποικιλίες προκειμένου οι καρποί να ανταπεξέλθουν σε αντίξοες καιρικές συνθήκες και να είναι κατάλληλη για εμπορία.

II. Στάδιο ωριμότητας κατά την συγκομιδή

Η ακεραιότητα, η φρεσκάδα, η στιλπνότητα του καρπού είναι σημαντικά χαρακτηριστικά και παίζουν μεγάλο ρόλο στην εμπορία του προϊόντος. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να διατηρηθούν χρησιμοποιώντας κατάλληλες ποικιλίες και μεταφορά υπό ψύξη, αλλά ο πιο σημαντικός παράγων είναι το στάδιο ωρίμανσης κατά την συγκομιδή. Όπως είναι :

1. καρποί ροζ χρώματος κατά την συγκομιδή είναι σαφώς σκληρότεροι από τους κόκκινους,
2. οι ροζ φράουλες έχουν λιγότερα δ.σ από τις κόκκινες,
3. οι ροζ φράουλες είναι λιγότερο ευαίσθητες στις σήψεις από τις κόκκινες.

Καρποί που συγκομίζονται στο τέλος της καρπικής περιόδου έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- ✓ υψηλότερο % δ.σ
- ✓ μικρότερο μέγεθος
- ✓ αυξημένη ευπάθεια στους μικροοργανισμούς
- ✓ μείωση σκληρότητας

Η καθυστερημένη συγκομιδή προκαλεί μειωμένη δυνατότητα συντήρησης και κατώτατη ποιότητα μετά την συντήρηση.

III. Θερμοκρασία συντήρησης και σχετική υγρασία

Η θερμοκρασία των 3 βαθμών έχει αποδειχτεί ότι είναι η καλύτερη θερμοκρασία συντήρησης. Η σχετική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των 90 και 95%.

IV. Διάρκεια συντήρησης

Συντήρηση για διάστημα 5-7 ημερών μπορεί να επιτευχθεί σε θερμοκρασία 3-4 βαθμών.

V. Μετασυλλεκτικές σήψεις

Η χαμηλή θερμοκρασία, σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ή μέσα (μυκητοκτόνα, ελεγχόμενη ατμόσφαιρα) είναι ο κύριος ανασταλτικός παράγοντας σήψης της φράουλας.

Η ημερομηνία συγκομιδής έχει μεγάλη επίδραση στην ευπάθεια των καρπών στη σήψη. Καρποί που συγκομίζονται τις πρώτες μέρες παρουσιάζουν μικρότερη ευπάθεια στις σήψεις

από εκείνους που συγκομίζονται στο τέλος της περιόδου συγκομιδής. Για να αποφευχθούν οι μετασυλλεκτικές σήψεις των καρπών πρέπει να εφαρμόζονται όλα εκείνα που έχουν ήδη αναφερθεί (Βασιλακάκης, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

5.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

Με την έννοια του όρου υδροπονία ή εκτός εδάφους καλλιέργεια είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους. Με την μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε πορώδη αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα. Τόσο στην Ελληνική όσο και στην διεθνή βιβλιογραφία η τεχνική της καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους συχνά αναφέρεται και με τον ορό υδροπονία, ενώ οι καλλιέργειες αυτού του τύπου λέγονται υδροπονικές καλλιέργειες.

Η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα, διότι με την βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας που επιτυγχάνει, αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγομένων προϊόντων. Εκτός αυτών όμως παρέχει τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές με πολύ κακής ποιότητας εδάφη, (όπως πολύ αλατούχα) ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος .

Η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών γίνεται κατά κύριο λόγο υπό κάλυψη (αεροπονία, καλλιέργεια σε επίπλευση) ωστόσο, ορισμένα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας έχουν δοκιμαστεί και σε υπαίθριες καλλιέργειες (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Τα λαχανικά που καλλιεργούνται σε υδροπονικά συστήματα είναι κυρίως τα εξής:

1. Τόματα, πιπέρια, μελιτζάνα
2. Αγγούρι, κολοκύθι, πεπόνι, καρπούζι
3. Φασόλι
4. Φράουλα
5. Φυλλώδη :μαρούλι, ρόκα, σπανάκι κ.ά.
6. Αρωματικά : μαϊντανός, βασιλικός κ.ά.

5.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Η ανάπτυξη των φυτών έξω από το φυσικό έδαφος δημιουργεί την ανάγκη να δημιουργηθεί ένα τεχνητό ελεγχόμενο περιβάλλον στην περιοχή της ρίζας. Ανάλογα με την τεχνολογία και τα υλικά που χρησιμοποιούνται οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορεί να ταξινομηθούν σε διάφορα συστήματα και μεθόδους. Σε εμπορική κλίμακα, χρησιμοποιούνται πάρα πολλές μέθοδοι, οι οποίες μπορεί να ταξινομηθούν σε 6 κύριες κατηγορίες όπως βλέπουμε στον πίνακα 5.2 (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Πίνακας 5.2: Ταξινόμηση των μεθόδων υδροπονικών καλλιιεργειών

Υπόστρωμα καλλιέργειας	Κατηγορία	Μέθοδος
Χωρίς στέρεο υπόστρωμα	Καλλιέργεια σε ρέον θρεπτικό διάλυμα. Καλλιέργεια σε ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα.	N.F.T, N.G.S Αεροπονία
Ανόργανο αδρανές υπόστρωμα	Καλλιέργεια σε φυσικά αδρανή υλικά.. Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά.	Άμμου, ελαφρόπετρα κ.α. Περλίτη, διογκωμένης άργιλου κ.α.
Οργανικό υπόστρωμα	Καλλιέργεια σε φυσικά οργανικά υποστρώματα. Καλλιέργεια σε διογκωμένα σε συνθετικά οργανικά υλικά.	Τύρφης, ινών καρύδας κ.α. Πολυστερίνης, πολυουρεθάνης κ.α.

5.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Σε όλες τις μεθόδους υδροπονικών καλλιεργειών το νερό και τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία τροφοδοτούνται μαζί στην ρίζα των φυτών. Για την τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά χρησιμοποιούνται δύο τρόποι:

- i. Με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος δηλ. κλειστά συστήματα
- ii. Η' χωρίς ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος δηλ. ανοιχτά συστήματα.

Στα κλειστά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα οδηγείται με το σύστημα άρδευσης στα φυτά και αυτό που στραγγίζει από την ρίζα τους οδηγείται πίσω στην δεξαμενή, διορθώνεται ως προς το pH. και την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και ξανά χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία των φυτών.

Στα ανοιχτά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα που στραγγίζει μετά την τροφοδοσία των φυτών απορρίπτεται. Γενικά, οι απώλειες κατιόντων στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα είναι πολύ μεγαλύτερες των κλειστών και περίπου ίδιες με αυτές των καλλιεργειών εδάφους. Σχεδόν σε όλα τα ανοιχτά συστήματα χρησιμοποιείται πορώδες υπόστρωμα για την καλλιέργεια και η ροή του θρεπτικού διαλύματος στη ρίζα είναι συνεχής (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

5.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΕ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΠΟΡΩΔΗ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Οι καλλιέργειες σε ανόργανα πορώδη υποστρώματα είναι οι εξής :

- I. Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (εικόνα 5.4α)



Εικόνα 5.4α: Πλάκα νιτροβάμβακα και καλλιέργεια σε νιτροβάμβακα

II. Καλλιέργεια σε σάκους πελάτη (εικόνα 5.4β)



Εικόνα 5.4β: Σάκοι περλίτη

III. Καλλιέργεια φυτών σε κατακόρυφη στήλη

IV. Καλλιέργεια σε σάκους με ελαφρόπετρα (εικόνα 5.4γ)



Εικόνα 5.4γ: Σάκος ελαφρόπετρας

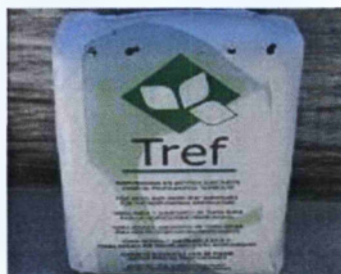
V. Καλλιέργεια σε άμμο

VI. Καλλιέργεια σε λεκάνες με χαλίκια

5.5 Καλλιέργειες σε οργανικά πορώδη υποστρώματα

Οι καλλιέργειες σε οργανικά πορώδη υποστρώματα είναι οι εξής :

- I. Καλλιέργεια σε σάκους τύρφης. (εικόνα 5.5α)



Εικόνα 5.5α: Σάκος με συμπιεσμένη ξανθιά τύρφη

- II. Καλλιέργεια σε ίνες καρύδας (εικόνα 5.5β)



Εικόνα 5.5β: συμπιεσμένες ίνες καρύδας

- III. Καλλιέργεια σε λέπυρα ρυζιού
- IV. Καλλιέργεια σε δεμάτια άχυρου
- V. Καλλιέργεια σε ζυμωμένο φλοιό κωνοφόρων

5.6 Μέθοδοι καλλιέργειας χωρίς πορώδη υποστρώματα

Οι καλλιέργειες χωρίς πορώδη υποστρώματα είναι οι εξής:

- I. Καλλιέργεια σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT) (εικόνα 5.6α-5.6β)



Εικόνα 5.6α: καλλιέργεια με τη μέθοδο NFT.

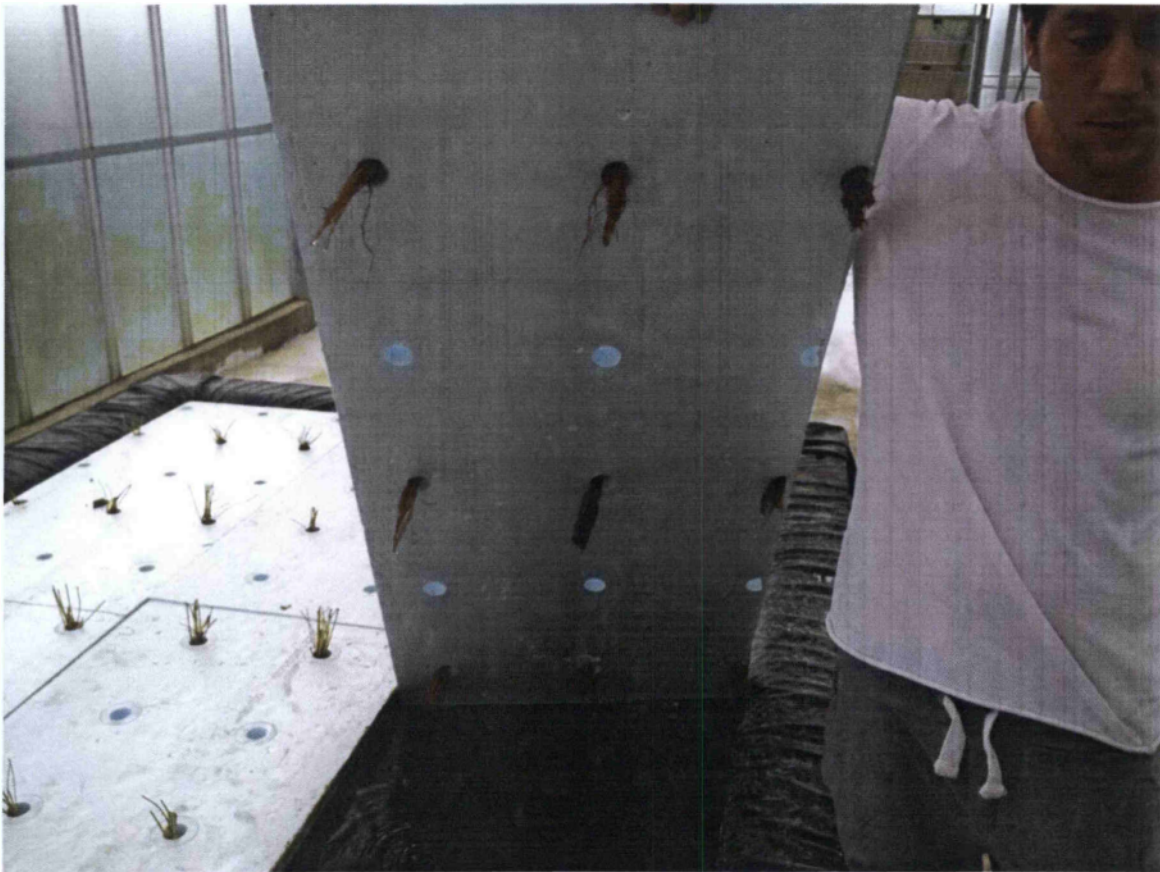


Εικόνα 5.6β: Καλλιέργεια φράουλας με την μέθοδο NFT.

II. Καλλιέργεια σε Συστήματα επίπλευσης

Συστήματα επίπλευσης (Floating technique): Αποτελούν τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιεργειών 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 (εικ. 5.6γ-5.6δ).



Εικόνα 5.6γ: Σύστημα επίπλευσης φύτευση πάνω σε πλάκες από διογκωμένης πολυστερίνης



Εικόνα 5.6δ: Σύστημα επίπλευσης

III. Καλλιέργεια με την μέθοδο της αεροπονίας

Είναι ένα κλειστό σύστημα όπου τα φυτά αναπτύσσονται σε μακριά αδιάβροχα κανάλια σταθερού σχήματος, χωρίς πορώδες υπόστρωμα. Το ριζικό σύστημα των φυτών δε βρίσκεται συνεχώς μέσα στο θρεπτικό διάλυμα, αλλά κρέμεται μέσα στο κανάλι και ψεκάζεται συνεχώς με θρεπτικό διάλυμα. Με το σύστημα αυτό γίνεται άριστη στράγγιση του διαλύματος και επομένως πολύ καλή οξυγόνωση της ρίζας.

Τα κανάλια τοποθετούνται με κλίση 1,5% και στο επάνω μέρος είναι ανοικτά ή φέρουν οπές όπου τοποθετούνται τα φυτά. Στην περίπτωση των ανοικτών καναλιών τοποθετείται πλακά πολυστερίνης στην οποία ανοίγονται οπές και τοποθετούνται τα φυτά. Η στήριξη των φυτών στις οπές των κλειστών καναλιών γίνεται με σφουγγάρι πολυουρεθάνης. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη μικρού μεγέθους φυτών όπως μαρούλι, φράουλα κ.α. (εικ.5.6ε)

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην ρύθμιση του pH, γιατί το θρεπτικό διάλυμα που ψεκάζεται συνεχώς εκτός του οξυγόνου διαλύει και μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που μειώνει την οξύτητα του θρεπτικού διαλύματος (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).



Εικόνα 5.6ε: Καλλιέργεια φράουλας με την μέθοδο αεροπονίας

5.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το αρχικό κίνητρο που οδήγησε τους καλλιεργητές θερμοκηπίου στην υδροπονία ήταν η επείγουσα ανάγκη αντιμετώπισης των συνεχώς αυξανόμενων προβλημάτων που σχετίζονται με το έδαφος. Οι υδροπονικές καλλιέργειες παρέχουν ένα καθαρό ξεκίνημα από παθογόνα εδάφους όταν τα υποστρώματα χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά. Σήμερα η υδροπονία αποτελεί επιλογή και για εκείνους τους καλλιεργητές που δεν αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα με το έδαφός τους, δεδομένου ότι τα πλεονεκτήματά της σε σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας στο χώμα δεν περιορίζονται πλέον μόνο στην υποκατάσταση ενός προβληματικού εδάφους αλλά αφορούν και αρκετές άλλες πλευρές της καλλιεργητικής τεχνικής (Σάββας, 2012)

I. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Το πρώτο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες.

2. Λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίων.

3. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στις περιπτώσεις εκείνες που το χρησιμοποιούμενο με άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα.

4. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος είναι μειωμένο.

5. Η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία.

6. Η καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους. Μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.

7. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα τη ψυχρή εποχή του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων στις υδροπονικές καλλιέργειες.

8. Η αριστοποίηση της θρέψης αλλά και η αποφυγή προβλημάτων που έχουν ήδη εκτεθεί πιο πάνω δίνουν τη δυνατότητα παραγωγής λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών καλύτερης ποιότητας. Τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά στα οποία υπερτερούν προϊόντα που προέρχονται από υδροπονικές καλλιέργειες είναι η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C η οποία αυξάνεται, η περιεκτικότητα σε νιτρικά η οποία μειώνεται και ο χρόνος διατήρησής τους ο οποίος αυξάνεται.

9. Οι αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών.

10. Η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα.

II. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος για μία καλλιέργεια εδάφους.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες (εικ.5.7α).

3. Ο επικεφαλής της επιχείρησης πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος
5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη (Σάββας, 2012).



Εικ..5.7α: Βλάβη στο αρδευτικό σύστημα την αεροπονία

5.8 ΘΡΕΨΗ-ΛΙΠΑΝΣΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

5.8.1 Θρεπτικά διαλύματα

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(CO₂). 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 η:

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. Θεϊκό μαγνήσιο
10. Θεϊκό κάλιο
11. Χηλικός σίδηρος
12. Θεϊκό μαγγάνιο
13. Θεϊκός ψευδάργυρος

14. Θεικός χαλκός
15. Βόρακας
16. Βορικό οξύ
17. οκταβορικό νάτριο
18. επταμολυβδαινικό αμμώνιο
19. μολυβδαινικό νάτριο

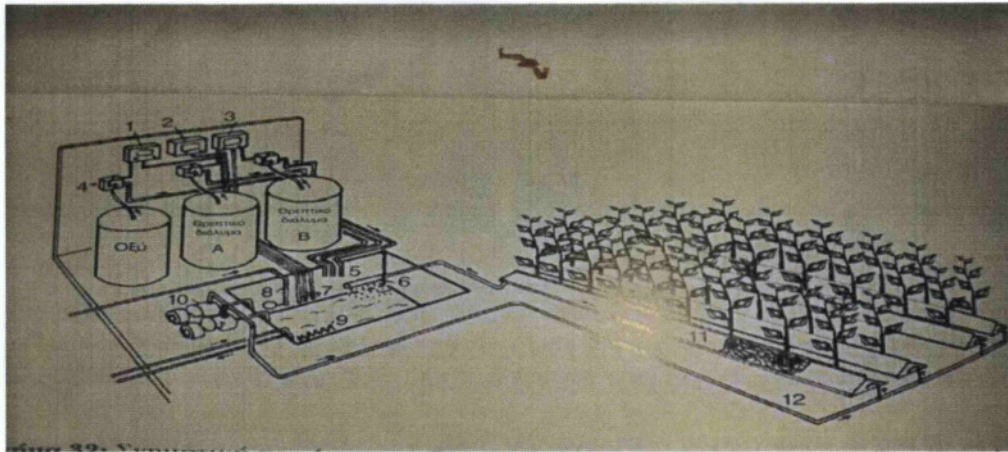
5.8.2 Εξοπλισμός για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων

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 (σχήμα 5.8.2α)

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 άλλα στοιχεία. Το νιτρικό ασβέστιο δεν τοποθετείται μαζί με τα άλλα. 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 (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).



Σχήμα 5.8.2α: Σχηματική παράσταση υδροπονικής εγκατάστασης σε κλειστό κύκλωμα με δεξαμενή αναμειγξής. 1. ρύθμιση pH 2. Ρύθμιση θερμοκρασίας 3. Ρύθμιση συγκέντρωσης αλάτων 4. Δοσομετρητές αντλίες 5. Παροχή πυκνών διαλυμάτων 6. αερισμός διαλύματος 7. μετρηση pH, EC, και της θερμοκρασίας 8. παροχή νερού 9, Θέρμανση 10. αντλίες κυκλοφορίας 11. Κανάλια NFT 12. Σωληνώσεις κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος.

5.8.3 ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

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.

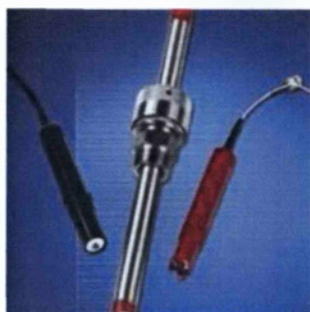
Για την προσαγωγή του θρεπτικού διαλύματος και την καλύτερη και αποτελεσματικότερη χρήση του αρδευτικού συστήματος χρειαζόμαστε τα εξής:

- Σταλάκτες (εικ. 5.8.3α)
- Φίλτρα
- Αυτοματισμοί άρδευσης

Αισθητήρες EC (εικ.5.8.γ), PH (εικ.5.8.β), ηλιακής ακτινοβολίας, υγρασίας υποστρώματος, οξυγόνου (Μαυρογιαννόπουλος 2006).



Εικόνα 5.8.3α: Σύστημα άρδευσης με σταλάκτες



Εικόνα 5.8.3β: πεχάμετρο



Εικόνα 5.8.3γ: αγωγιμόμετρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Η φράουλα εκκρίνει ουσίες με αυτοτοξική δράση από τις ρίζες της. Συνεπώς όταν η φράουλα καλλιεργείται σε κλειστά υδροπονικά συστήματα, το ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να απορρίπτεται τακτικά, ώστε αυτές οι ουσίες να μην συσσωρεύονται στο περιβάλλον των ριζών της. Η φύτευση της φράουλας στις καλλιέργειες εκτός εδάφους γίνεται είτε σε σάκους είτε απευθείας σε κανάλια που περιέχουν κάποιο υπόστρωμα. Φύτευση της φράουλας σε κανάλια, υπερυψωμένα ή μη, γίνεται και όταν εφαρμόζεται υδροκαλλιέργεια με επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος (Σάββας,2012). Λόγω του μικρού μεγέθους της η φράουλα μπορεί να καλλιεργηθεί σε αεροπονικά συστήματα και συστήματα επίπλευσης.

6.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ

Η φύτευση των φυτών φράουλας στα συστήματα αεροπονίας-επίπλευσης γίνεται σε άπλες η πολλαπλές (εικ. 6.1α και 6.1β) γραμμές γίνεται σε αποστάσεις φτεύσεις 25εκ. x 25εκ. και η πυκνότητα μπορεί να κυμαίνεται στα 10.000, ανά στρέμμα σε επίπεδες καλλιέργειες, στα 25.000 φυτά ανά στρέμμα σε κατακόρυφη καλλιέργεια και 30.000 φυτά ανά στρέμμα σε σύστημα επίπλευση (εικ 6.1α) (Αλεξόπουλος, 2013).



Εικόνα 6.1α: Σύστημα φύτευσης αεροπονίας σε δίπλες γραμμές με αποστάσεις 25x25 εκ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

7.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

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 αεροπονία 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

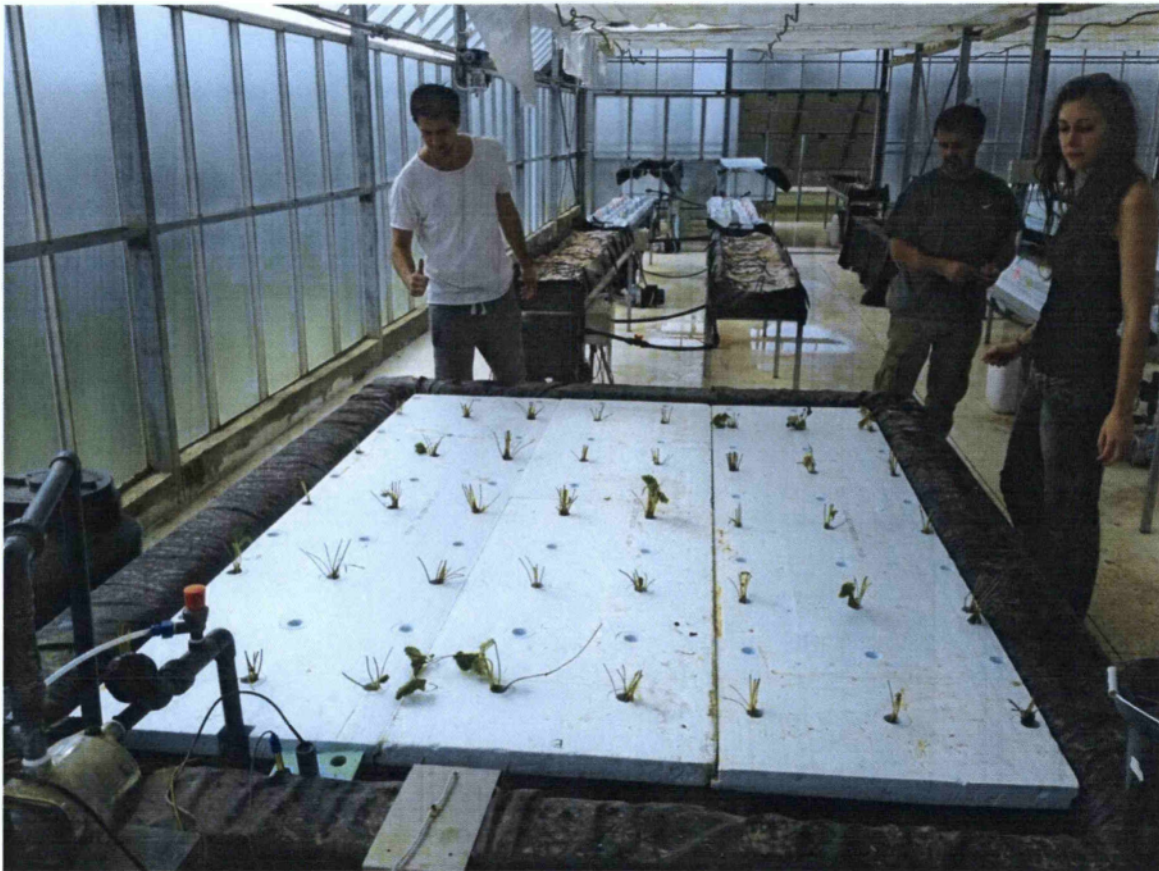
Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24/10/2013. Η προμήθεια των φυταρίων έγινε μέσω της εταιρείας "Αρβανιτάκης". Από τα φυτάρια ψυγείου, επιλέχθηκαν τα πλέον ομοιόμορφα και ζωηρά, και τοποθετήθηκαν στα δυο υδροπονικά συστήματα ως εξής:

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.

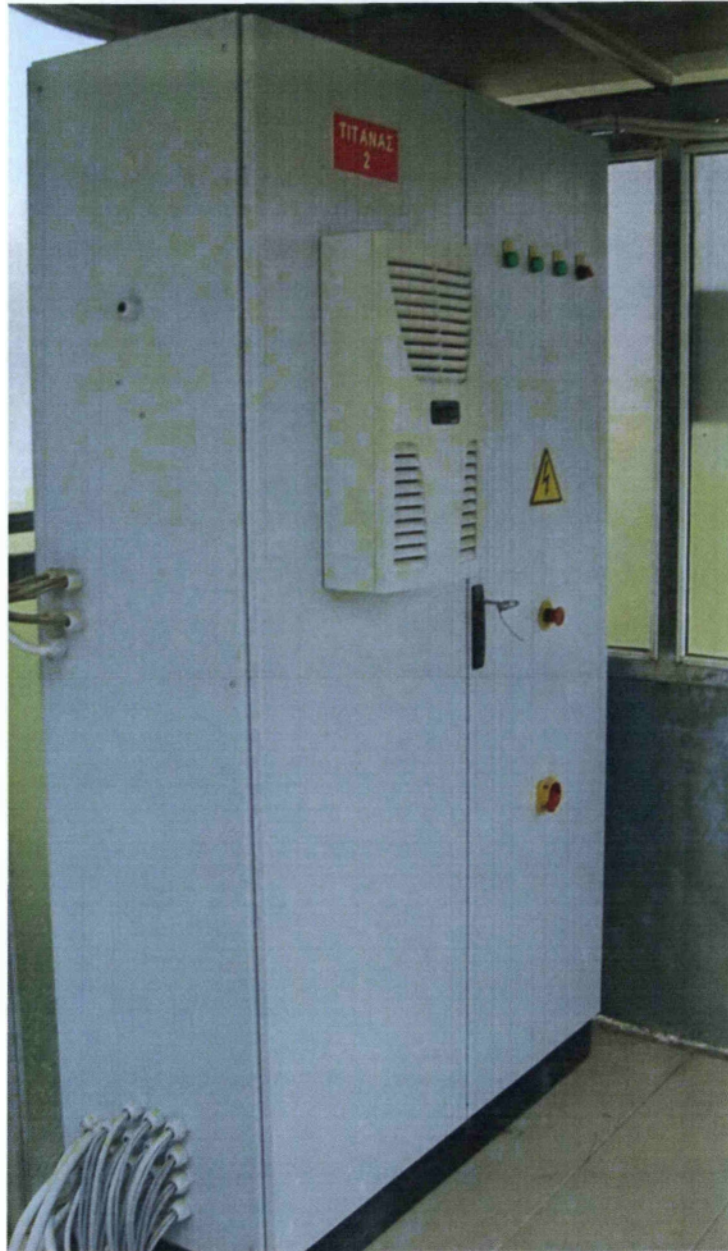
Χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «*Camargosa*» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m². Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις από 5 φυτά, ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.

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

Όπως και στην επίπλευση, χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «*Camargosa*» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m². 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 7.1.3α: Φύτευση σε Δεξαμενές επιπλεύσεως



Εικόνα 7.1.3β: Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (PLC)

7.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

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. **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.

7.2.2 Αεροπονικό σύστημα

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

1. **Χώροι ανάπτυξης του ριζικού συστήματος:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια των οποίων η απόσταση είναι 0,6 m. Το κάθε κανάλι αποτελείται από ένα κλειστό κιβώτιο με πλευρές από εξηλασμένη πολυστερίνη. Το μήκος τους είναι 3,5 m, το πλάτος 0,4 m και το ωφέλιμο ύψος 0,35 m. Το εσωτερικό του κιβωτίου είναι επενδυμένο με κατάλληλη μεμβράνη (αδιάβροχη και μη τοξική για τα φυτά). Το

κιβώτιο είναι τελείως κλειστό και στην πάνω επιφάνειά του δημιουργήθηκαν οπές για την φύτευση των φυτών. Η άνω πλευρά του απομακρύνεται εύκολα για την συντήρηση του αρδευτικού δικτύου.

2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,40 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Παροχή του θρεπτικού διαλύματος.** Μέσα σε κάθε κιβώτιο διέρχονται σωλήνες παροχής θρεπτικού διαλύματος οι οποίοι φέρουν ακροφύσια υψηλής πίεσης για ψεκασμό του θρεπτικού διαλύματος στις ρίζες. Οι αποστάσεις μεταξύ των ακροφυσίων είναι 12-15 cm. Το παραγόμενο νέφος έχει σταγόνες διαμέτρου 40 μ (0.04 mm). Στο κατώτερο άκρο κάθε κιβωτίου υπάρχει οπή εξόδου του θρεπτικού διαλύματος που μετά τον ψεκασμό του πέφτει στον πυθμένα του και απορρέει. Η κλίση είναι κατάλληλη έτσι ώστε το διάλυμα να απομακρύνεται από το κιβώτιο μέσω της οπής εξόδου.
4. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 2 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.
5. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
6. **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.
7. **Αντλίες παροχής διαλύματος.** Είναι τοποθετημένες στην κορυφή του κάθε καναλιού (1 αντλία ανά σύστημα) για την εξασφάλιση της παροχής του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας των 2 καναλιών του κάθε πειραματικού τεμαχίου.
8. **Εγχυτές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m³ διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).
9. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.
10. **Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.

11. **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.
12. **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.
13. **Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης O_2** σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

7.2.3 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 επιλεύσεως.
- 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.



Εικόνα 7.2.3 Κεφαλή υδρολίπανσης και Δοχεία πυκνών διαλυμάτων

7.2.4. Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος

Το δοχείο παρασκευής του θρεπτικού Διαλύματος, είναι χωρητικότητας 100 λίτρων. Το παρασκευαζόμενο θρεπτικό διάλυμα συμπλήρωσης 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 10m³/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

- 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 υδρολιπάνσεως με νερό, με φλοτέρ πλήρωσης.
- 6 ξεχωριστές ηλεκτροβαλβίδες για τη μεταφορά των 6 θρεπτικών διαλυμάτων συμπληρώσεως στα 6 πειραματικά τεμάχια του θερμοκηπίου.
- Σύστημα αναδέυσεως (με εισαγωγή αέρα) του παρασκευαζόμενου θρεπτικού διαλύματος

7.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

7.3.1 Παραγωγή

Σε ότι αφορά την παραγωγή των καρπών δεν παρουσιάζονται δεδομένα λόγω του ότι και οι τρεις επαναλήψεις των αεροπονικών συστημάτων υπέστησαν βλάβη με αποτέλεσμα την ξήρανση των φυτών. Θα πρέπει να τονισθεί ότι η στα αεροπονικά συστήματα η έλλειψη στερεού υποστρώματος εντείνει τον κίνδυνο καταστροφής της καλλιέργειας σε περίπτωση βλάβης των αντλιών ή του συστήματος αυτόματου ελέγχου.

7.3.2 Ανάπτυξη

Πραγματοποιήθηκε μια δειγματοληψία φυτών:

- Δειγματοληψία φυτών στην έναρξη ωρίμανσης των πρώτων καρπών 16-01-2013 (83 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



Εικόνα 7.3.2. Μέτρηση του μήκους και της διαμέτρου

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

7.4 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Η σύσταση των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν (μετά την ανάλογη προσαρμογή στο νερό αρδύσεως) 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 7.4).

Πίνακας 7.4 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 ₃	0,00	12,10
H ₂ OP ₄ ⁻	-	1,20
SO ₄ ²⁻	2,25	1,65
Cl	1,55	1,55
NH ₄ ⁺	-	1,30
Ca ²⁺	5,11	7,20
K ⁺	0,07	4,70
Mg ²⁺	2,63	3,00
Na ⁺	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 ₃ meq/L	4,85	0,79
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,6-5,7

7.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.5.1. Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση)

Πίνακας 7.5.1α 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
Αεροπονία	12,60 b	6,00 ns	2,67 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 7.5.1^α ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με την αεροπονία, 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 7.5.1β 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	0,53 ns	31,94 a
Αεροπονία	81,57 b	22,94 b	0,79 ns	21,04 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 7.5.1β το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς και το νωπό βάρος των φύλλων και της ρίζας ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με την αεροπονία. Αντίθετα, το νωπό βάρος των ανθέων ανά φυτό δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο συστημάτων (μέτρηση κατά την δειγματοληψία των φυτών).

Πίνακας 7.5.1γ 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 b
Αεροπονία	21,48 ns	11,40 ns	11,27 ns	15,22 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 7.5.1β 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 στην αεροπονία σε σχέση με την επίπλευση.

7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην επίπλευση φαίνεται ότι η αύξηση των φυτών είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την αεροπονία.

- Στην επίπλευση η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας ήταν υψηλότερη από ό,τι στην αεροπονία 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.

Με βάση την εποχή καλλιέργειας φαίνεται ότι η επίπλευση πλεονεκτεί το χειμώνα έναντι της αεροπονίας στην οποία η θερμοκρασία του 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.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται θεαματικές διαφορές στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος και της ρίζας υπέρ της επίπλευσης, δεν παρατηρούνται διαφορές στην % ξηρά ουσία των υπέργειων τμημάτων, σε αντίθεση με την % ξηρά ουσία της ρίζας όπου πλεονεκτεί η αεροπονία. 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 την αεροπονία 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.

Σε ότι αφορά το αεροπονικό σύστημα είναι εμφανής η απόλυτη εξάρτησή του από την σωστή λειτουργία των αντλιών και του συστήματος αυτόματου ελέγχου. Η καταστροφή των φυτών στην παρούσα εργασία μετά από ολιγόωρη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών απέδειξε έμπρακτα την μεγάλη ευαισθησία του αεροπονικού συστήματος. Θα ήταν πολύ χρήσιμο να πραγματοποιηθεί και στο μέλλον επανάληψη της εργασίας αυτής έτσι ώστε να υπάρξουν δεδομένα ανάπτυξης και παραγωγής των φυτών φράουλας μέχρι ολοκλήρωσεως του παραγωγικού κύκλου των φυτών.



Εικόνα 7.6 Καταστροφή των φυτών της φράουλας μετά από ολιγόωρη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-
- Βασιλακάκης Δ. Μιλτιλάδης (2006), «Μικρά σπωροφόρα», τόμος 'B, εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη, Ελλάς, Ε.Ε.
- Κανάκης Γ.Α., (2004), «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», τόμος 'B, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Κώτσιρας Α., (2011), Σημειώσεις εργαστηρίου υδροπονικών καλλιεργειών, Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας,
- Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ., (2006), «Υδροπονικές Εγκαταστάσεις», 'B έκδοση, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Σάββας Δ., (2012), «Καλλιέργειες εκτός εδάφους – Υδροπονία, Υποστρώματα», Εκδόσεις ΑγρόΤυπος Α.Ε., Αθήνα.