



## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ»



Σπουδαστής: Μπουρνέλης Παναγιώτης, ΑΜ: 2007019

Επιβλέπων Καθηγητής: Κώτσιρας Αναστάσιος

Ιούνιος 2013

Καλαμάτα

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία, γίνεται μια γενική αναφορά στη φράουλα, στην ιστορία και τα στατιστικά στοιχεία αποδόσεων, η περιγραφή και η βοτανική ταξινόμηση του φυτού. Στην συνέχεια, αναφέρονται οι κλιματολογικές και εδαφολογικές απαιτήσεις της φράουλας, ο πολλαπλασιασμός και το πολλαπλασιαστικό υλικό. Επίσης, παρουσιάζονται οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί της φράουλας καθώς και οι κυριότερες μυκητολογικές και βακτηριολογικές ασθένειες και οι ιώσεις που προσβάλλουν το φυτό της φράουλας. Κατόπιν, παρουσιάζονται οι ενέργειες που να κάνει ο καλλιεργητής στο θερμοκήπιο ώστε η καλλιέργεια της φράουλας να εγκατασταθεί και να αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τέλος, αναπτύσσεται το πειραματικό μέρος με τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα από την σύγκριση των δυο υδροπονικών συστημάτων.

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Καλαμάτας κάτω από την επίβλεψη του καθηγητή κυρίου Αναστασίου Κώτσιρα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, που με επέλεξε, με στήριξε και με βοήθησε να ολοκληρώσω την πτυχιακή μου εργασία και κυρίως, να μου μεταλαμπαδεύσει γνώσεις που θα είναι χρήσιμες για το μέλλον μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Χρήστο Μουρούτογλου για την βοήθειά του πάνω στα αρδευτικά συστήματα καθώς και για το φιλικό κλίμα της συνεργασίας μας. Επιπλέον, ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου Αναγνό Χαράλαμπο και Παπασταθόπουλο Ιωάννη που χωρίς την ομαδική συνεργασία μας δεν θα τα είχαμε καταφέρει τόσο καλά. Τέλος, ευχαριστώ τους αγαπημένους μου γονείς που με τις θυσίες τους και την αγάπη τους κατάφερα να φτάσω στο σημείο που είμαι σήμερα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέσω θερμοκηπίου με την χρήση υδροπονικών συστημάτων, είναι ένας σύγχρονος και αποτελεσματικός τρόπος παραγωγής τροφίμων.

Η εργασία έχει ως στόχο να γίνει μια εμπειρισταωμένη μελέτη ώστε να συγκριθεί η ανάπτυξη και η παραγωγή της φράουλας σε δυο διαφορετικά υδροπονικά συστήματα: σε επίπλευση και σε περλίτη.

Η φράουλα καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους και είναι ένα φυτό με μεγάλο ενδιαφέρον. Είναι χρήσιμο λοιπόν να καταγράψουμε το αποτέλεσμα της εργασίας με στόχο την εξάπλωση του υδροπονικού συστήματος ώστε να υπάρξει βελτίωση στην παραγωγή, τόσο σε χρόνο όσο και σε ποιότητα και με τρόπο πιο φιλικό στο περιβάλλον και κατά συνέπεια, στον άνθρωπό.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό. Το θεωρητικό μέρος παρουσιάζει το φυτό τις φράουλας και τα χαρακτηριστικά της υδροπονικής καλλιέργειάς της. Στο πειραματικό μέρος, περιγράφεται το πείραμα που διεξήχθη με την βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή, πάνω στην καλλιέργεια φράουλας με υδροπονικό σύστημα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	<b>2</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>3</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>4</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>8</b>
<b>Ιστορική Αναδρομή</b>	<b>9</b>
<b>Στατιστικά Στοιχεία</b>	<b>11</b>
Αποδόσεις – καλλιεργούμενες εκτάσεις	11
Εισαγωγές Φράουλας	15
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΦΡΑΟΥΛΑ</b>	<b>18</b>
<b>1.1 Περιγραφή του Φυτού</b>	<b>18</b>
1.1.1 Το Φυτό	18
1.1.2 Ριζικό σύστημα	18
1.1.3 Βλαστός	19
1.1.4 Στόλωνες	20
1.1.5 Φύλλα	21
1.1.6 Άνθος	23
1.1.7 Καρπός	24
<b>1.2 Βοτανική Ταξινόμηση</b>	<b>26</b>
<b>1.3 Καλλιεργούμενοι Τύποι Φράουλας</b>	<b>27</b>
1.3.1. Δασική - αλπική φράουλα	27
1.3.2 Μούστο – φράουλες	28
1.3.3. Μοντέρνα φράουλα ή καλλιεργούμενη	29
<b>1.4 Ποικιλίες Φράουλας</b>	<b>29</b>
<b>1.5 Περιγραφή Κυριότερων Ποικιλιών</b>	<b>30</b>
1.5.1. Ποικιλίες φράουλας βραχείας φωτοπεριόδου	30
1.5.2. Ποικιλίες φράουλας μέσης πρωίμησης	31
1.5.3. Ποικιλίες φράουλας μετά εποχής	32
1.5.4. Ποικιλίες φράουλας ουδέτερης φωτοπεριόδου	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b>	<b>34</b>

2.1 Ανάγκες σε Θερμοκρασία	34
2.2 Ανάγκες σε Νερό	35
2.3 Φωτοπερίοδος	36
2.4 Άλλοι Κλιματικοί Παράγοντες	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ</b>	<b>38</b>
3.1 Πολλαπλασιασμός	38
3.1.1 Αγενής Πολλαπλασιασμός	38
3.1.2 Εγγενής Πολλαπλασιασμός	39
3.1.3 Ιστοκαλλιέργεια	39
3.2 Πολλαπλασιαστικό Υλικό	40
3.2.1 Σημασία της χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού	40
3.2.3 Φυτά ψυγείου	41
3.2.3 Φυτά νωπά	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ</b>	<b>44</b>
4.1 Εχθροί - Έντομα	44
4.1.1 Αφίδες	44
4.1.2 Ωτιόρυγχος της φράουλας ή Λευκός σκώληκας	44
4.1.3 Λευκοί σκώληκες ή Ασπροσκώληκες	44
4.1.4 Θρίπες	45
4.1.5 Ανθονόμος της φράουλας ( <i>Anthonomus Sigmatus A. Rabi</i> )	45
4.1.6 Καρουλιαστή της φράουλας ( <i>Ancyliis comptana fragariae</i> )	45
4.1.7 Κόκκινος σκώληκας των βλαστών της φράουλας ( <i>Aristotelia fragariae</i> )	45
4.1.8 Βρωμούσες ( <i>Lugas hesrerus, L. lineolaris, L. clisus</i> )	45
4.1.9 Κόκκινος τετράνυχος ( <i>Tetranychus urticae</i> )	46
4.1.20 Σαλιγγάρι ( <i>Deroceras reticulatum</i> και <i>Arion spp</i> )	46
4.1.21 Φυλλοδέτης ( <i>Sperhasja longana</i> ) - Λεπιδόπτερο	46
4.1.22 Νηματώδεις σκώληκες	46
4.2 Ασθένειες	47
4.2.1 Μυκητολογικές Ασθένειες	47
4.2.2 Βακτηριολογικές Ασθένειες	48
4.2.3 Ιώσεις	49
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΠΙ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	<b>50</b>

<b>5.1 Απολύμανση</b>	<b>50</b>
5.1.1 Χημική απολύμανση	50
5.1.2 Βιολογική απολύμανση	51
<b>5.2 Λίπανση</b>	<b>51</b>
<b>5.3 Επιλογή των Κατάλληλων Φυτών</b>	<b>52</b>
<b>5.4 Άρδευση</b>	<b>52</b>
<b>5.5 Καλλιεργητικές Φροντίδες</b>	<b>52</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ</b>	<b>53</b>
<b>6.1 Ορισμοί</b>	<b>53</b>
<b>6.2 Αξιολόγηση Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων σε Καλλιέργειες εκτός Εδάφους</b>	<b>56</b>
6.2.1. Πλεονεκτήματα των καλλιεργειών εκτός εδάφους	56
6.2.2 Μειονεκτήματα των καλλιεργειών εκτός εδάφους	61
<b>6.3 Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιεργειών</b>	<b>63</b>
6.3.1 Καλλιέργεια σε σφυκτοβάμβακα (ή Rockwool Culture)	64
6.3.2 Καλλιέργεια σε σάκους με περλίτη	64
6.3.3 Καλλιέργεια σε ίνες καρύδας	65
6.3.4 Σύστημα επίπλευσης (Floating system)	66
6.3.5 Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)	68
6.3.6 Αεροπονία	69
<b>6.4 Θρεπτικά Διαλύματα</b>	<b>70</b>
<b>6.5 Απολύμανση του Νερού</b>	<b>73</b>
6.5.1 Όζον	73
6.5.2 Χλωρίωση	75
<b>6.6 Καλλιέργεια Φράουλας σε Υδροπονικό Σύστημα</b>	<b>76</b>
6.6.1 Λίπανση και θρέψη	77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>80</b>
<b>7.1 Σκοπός της εργασίας</b>	<b>80</b>
<b>7.2 Φυτικό υλικό</b>	<b>80</b>
<b>7.3 Φύτευση</b>	<b>81</b>
<b>7.5 Περιγραφή του συστήματος επιπλεύσεως</b>	<b>82</b>

7.5.1 Δεξαμενή	82
7.5.2 Μονάδα προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC)	83
<b>7.6 Περιγραφή των υδροπονικών συστημάτων</b>	<b>84</b>
7.6.1 Σύστημα Επιπλεύσεως	84
7.6.2 Σύστημα στερεών υποστρωμάτων	85
7.6.3 Κεφαλή υδρολίπανσης	87
7.6.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος	87
7.6.5 Αντλία κεφαλής υδρολίπανσης	88
7.6.6 Αισθητήρες κεφαλής υδρολίπανσης	88
7.6.7 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολίπανσης	88
<b>7.7 Μετρήσεις</b>	<b>90</b>
7.7.1 Παραγωγή	90
<b>7.7.2 Ανάπτυξη</b>	<b>90</b>
7.7.3 Θρεπτικά διαλύματα	91
<b>7.8 Αποτελέσματα</b>	<b>93</b>
7.8.1 Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση)	93
7.8.2 Δεύτερη δειγματοληψία φυτών (182 ημέρες από την φύτευση)	94
<b>7.9 Παράγωγη και Ποιότητα</b>	<b>96</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>97</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>99</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθώς η ζήτηση για τροφή παγκοσμίως αυξάνεται, απαιτούνται νέοι και πιο αποτελεσματικοί τρόποι στην παραγωγή τροφίμων. Ένας από αυτούς τους τρόπους είναι η παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέσω θερμοκηπίου και συγκεκριμένα, με την χρήση υδροπονικών συστημάτων.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό. Το θεωρητικό μέρος αποτελείται από έξι κεφάλαια τα οποία αναλύονται ως εξής:

Στο Κεφάλαιο 1, γίνεται μια γενική αναφορά στη φράουλα και στην ιστορία του φυτού. Γίνεται η περιγραφή του φυτού, η βοτανική του ταξινόμηση, οι καλλιεργούμενοι τύποι φράουλας και η περιγραφή των κυριότερων ποικιλιών της.

Το 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναφέρεται στις κλιματολογικές και εδαφολογικές απαιτήσεις της φράουλας ώστε να έχει την καλύτερη δυνατή απόδοση.

Το Κεφάλαιο 3 αναφέρεται στον πολλαπλασιασμό και στο πολλαπλασιαστικό υλικό. Συγκεκριμένα περιγράφεται ο αγενής και ο εγγενής πολλαπλασιασμός, η ιστοκαλλιέργεια, και από το πολλαπλασιαστικό υλικό τα νωπά φυτά και τα φυτά ψυγείου.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι κυριότεροι εντομολογικοί εχθροί της φράουλας. Επίσης, παρουσιάζονται οι κυριότερες μυκητολογικές και βακτηριολογικές ασθένειες, καθώς και οι ιώσεις που προσβάλλουν το φυτό της φράουλας.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται οι ενέργειες που να κάνει ο καλλιεργητής στο θερμοκήπιο ώστε η καλλιέργεια της φράουλας να εγκατασταθεί και να αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Το Κεφάλαιο 6 περιγράφει το σύστημα της υδροπονίας και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτής της καλλιεργητικής μεθόδου. Επίσης,



περιγράφονται οι βασικότεροι τρόποι εφαρμογής της υδροπονίας, τα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται και η σημασία απολύμανσης του νερού. Τέλος, γίνεται παρουσίαση της υδροπονικής καλλιέργειας της φράουλας.

### **Ιστορική Αναδρομή**

Η φράουλα είναι φυτό αγγειόσπερμο, δικότυλο και ανήκει στο γένος *Fragaria*, ονομασία που προέρχεται από το λατινικό *Fragrans* και σημαίνει άρωμα, το οποίο είναι χαρακτηριστικό στους καρπούς της φράουλας. Ανήκει στην τάξη ροδόδη και στην οικογένεια των Ροδιδών (*Rosaceae*).

Η φράουλα (*Fragaria spp.*) της Οικογένειας "Ροδίδια" (*ROSACEAE*) (συναντάται σήμερα ως καλλιεργούμενη ή αυτοφυής σε διάφορα σημεία του πλανήτη μας και μεταξύ αυτών και στην χώρα μας. Στα Ελληνικά η φράουλα απαντάται και με την ονομασία "χαμοκέρασος" ή "χαμοκέρασο". Βρίσκεται σε μερικές ορεινές περιοχές ως αυτοφυής και φέρει καρπό μικρό και αρωματικό. Καλλιεργείται για τον εύγεστο και πρώιμο καρπό της, αλλά και ως φαρμακευτικό φυτό αφού τα φύλλα τα χρησιμοποιούσαν ως διουρητικό και αντιδυσεντερικό.

Η φράουλα και ειδικότερα οι άγριες, είναι ένα φρούτο με βαθιές ρίζες και στην Αρχαία Ελλάδα. Η προέλευσή της χάνεται στα βάθη της ιστορίας, ενώ ο μύθος αναφέρει ότι, όταν πέθαινε ο Άδωνης η Αφροδίτη έκλαψε τόσο πολύ που τα δάκρυά της έπεσαν στη γη και μεταμορφώθηκαν σε μικρές κόκκινες καρδιές, τις φράουλες.

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. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν που οι φράουλες στα χρόνια του Μεσαίωνα έγιναν σύμβολο του πειρασμού και της πρόκλησης (<http://www.madmedia.gr/9094maps/>).

Ο Πλίνιος αναφέρει την φράουλα με το όνομα *fraga terrestria* και ο De Candolle λέει ότι αυτή άρχισε να καλλιεργείται μετά τον 15<sup>ο</sup> ή 16<sup>ο</sup> αιώνα. Καλλιεργητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει στα μέσα του 17<sup>ου</sup> αιώνα μετά την εισαγωγή στην Ευρώπη αμερικάνικων μεγαλόκαρων ποικιλιών. Οι πρώτες ποικιλίες καλλιεργήθηκαν γύρω

στο 1835 στην Αμερική από όπου και κατάγονται. Η πιο σημαντική αμερικάνικη ποικιλία καλλιεργήθηκε το 1834 στην Μασαχουσέτη. Στην Ευρώπη μετά το 1600 έφτασε η *F.virginiana* και εξαπλώθηκε γρήγορα. Δίνει πυκνό φυλλοτάπητα που λέγεται *Little Scarlet* και καλλιεργείται ακόμα και σήμερα στην Αγγλία για παραγωγή μαρμελάδας. Περίπου μετά από εκατό χρόνια έφτασε και το είδος *F.chiloensis* που μπορεί και καλλιεργείται πάνω σε άμμο, κοντά σε ακτές και είναι φυτό δίοικο. Βελτιωτές χρησιμοποίησαν αυτά τα δύο είδη για να δημιουργήσουν απογόνους όπου θα παρουσίαζαν χαρακτηριστικά και από τους δυο γονείς. Η διανομή αυτών των απογόνων στην αγορά άρχισε το 1800 περίπου και το 1892 ο Thomas Laxton δημιούργησε την ποικιλία *Royal Sovereign* που καλλιεργείται μέχρι σήμερα στην Αγγλία. Πιο διαδεδομένο σήμερα στην Ευρώπη είναι το είδος *F.Vesca* με μικρούς νόστιμους καρπούς που είναι αποτέλεσμα της διασταύρωσης των ειδών *F.chiloensis* και *F.Virginiana*<sup>1</sup>.

Η καλλιέργειά της είναι διαδεδομένη σχεδόν σε όλες τις ηπείρους και σε αρκετές χώρες, σε διαφορετικά υψόμετρα, που μπορεί να φθάνουν ή και να ξεπερνούν τα χίλια μέτρα. Η καλλιέργεια της με την μορφή που εμείς την ξέρουμε σήμερα, ήταν αρκετά εκτεταμένη στην βόρεια Ευρώπη, ενώ διάφορες ποικιλίες της ωστόσο βρίσκονται στην Ρωσία, Χιλή και Ηνωμένες Πολιτείες. Σε ότι αφορά την αγγλική ονομασία του φυτού ήταν *strewberry* λόγω του ότι οι καρποί βρίσκονται διάσπαρτα ανάμεσα στα φύλλα του φυτού, ενώ αργότερα μετονομάστηκε σε *strawberry*. Η δυνατότητα προσαρμογής του φυτού σε διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία του γενετικού υλικού. Αυτό σε συνδυασμό - με τις υψηλές αποδόσεις ανά στρέμμα, τη γρήγορη είσοδο στην καρποφορία, καθώς και την τροφική αξία, την καθιστούν ένα από τα πιο αξιόλογα φρούτα. Το μέγεθος των καρπών ποικίλει από μεγάλο, που είναι *fragaria chiloensis* (Χιλιανή φράουλα), που συναντάται στη Βόρεια και Νότια Αμερική, έως μικρό που είναι της *fragaria nipponica* που συναντάται στην Ιαπωνία.

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

---

<sup>1</sup> Δημητράκης, 1998

Το 1750 προήλθε η περίφημη φράουλα "*Plougastel*" της Βρετάνης από τη διασταύρωση των *F. chiloensis* και *F. virginiana* που είναι η σημερινή φράουλα *F. ananassa*, η οποία διαθέτει κόκκινο, μεγάλο καρπό.

Η νέα φράουλα αντικατέστησε σχεδόν όλες τις καλλιεργούμενες Ευρωπαϊκές εκτάσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι το 1824 υπήρχαν περίπου 25 ποικιλίες. Από τότε παρήχθησαν αρκετές αξιόλογες ποικιλίες και συνεχώς παράγονται κάθε χρόνο.

### **Στατιστικά Στοιχεία**

#### **Αποδόσεις – καλλιεργούμενες εκτάσεις**

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

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 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 of	86,7	55	:	:	:	:	:	:	:	:	58,4	:	:

Macedonia, the													
Turkey	:	120,6	145	144,2	158,2	200	203	229,6	237,3	:	:	251,7	270,8
Albania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
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	:
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)**

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, 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 Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

### 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
<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
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
<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 1: Η ΦΡΑΟΥΛΑ

## 1.1 Περιγραφή του Φυτού

### 1.1.1 Το Φυτό

Είναι πολυετής πόα μικρού μεγέθους, της οποίας τα φύλλα ξηραίνονται και απορρίπτονται κάθε φθινόπωρο. Το υπέργειο τμήμα σε φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος αναγεννάται κάθε άνοιξη. Τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο το φυτό βρίσκεται σε λήθαργο<sup>2</sup>.

### 1.1.2 Ριζικό σύστημα

Η Φράουλα έχει αβαθές ριζικό σύστημα και τρέφεται μάλλον από μικρή περιοχή. Το ινώδες ριζικό σύστημα αναπτύσσεται από μικρό, λεπτό στέλεχος, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, εκτείνεται το ριζικό σύστημα οριζόντια και προς όλες τις κατευθύνσεις, περίπου 30 εκ. σε όλες τις πλευρές της βάσης του Φυτού. Μέσα στα 30 εκ. της επιφάνειας εδάφους γίνεται πλήρης διακλάδωση των ριζών άλλων μεν πλαγίως άλλων κατερχομένων κατακορύφως. Οι τελευταίες ειδικώς μπορούν να διακλαδιστούν και να εισχωρήσουν πέραν των 45 εκ.

Οι νέες κύριες ρίζες ενός φυσικού φυτού φράουλας είναι εύκαμπτες και υπόλευκες. Μετά από λίγους μήνες γίνονται ξυλώδεις και παίρνουν σκοτεινό καφέ χρώμα στην επιφάνεια. Όταν αυτή η σκοτεινή επιφάνεια αποξεσθεί ένα κιτρινωπό-λευκό κέντρο μπορεί να εμφανιστεί. Οι μικρές ρίζες τροφοδότησης, που επεκτείνονται από τις κύριες ρίζες είναι λευκές, καθόν χρόνο βρίσκονται εν ενεργεία. Οι ποικιλίες που έχουν πτωχές κορυφές συνήθως φέρουν φτωχά-επαρκή ριζικά συστήματα<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 272

<sup>3</sup> Δεκάζος, 1991, σελ. 22-23

### 1.1.3 Βλαστός

Είναι βραχύτατος με μεσογονάτια διαστήματα ελάχιστου μήκους και καλείται κεφαλή ή ρόδακας (crown). Το ύψος του ρόδακα είναι μερικά μόνο εκατοστά (στα περισσότερα είδη) και μπορεί να φθάσει μέχρι και τα 50-60 εκ. (*F. chiloensis*). Η κεφαλή συνίσταται από τους αγγειώδεις ιστούς (στήλη), οι οποίοι σχηματίζουν έναν κύλινδρο στο κέντρο του οποίου υπάρχει η εντεριώνη 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 δύο κατευθύνσεις οι οποίες καταλήγουν στις βάσεις των φύλλων. Με αυτό τον τρόπο κάθε φύλλο συνδέεται με τρία απομακρυσμένα μεταξύ τους σημεία της στήλης, από τα οποία τροφοδοτείται με νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι, ακόμη και αν αποκοπούν ή καταστραφούν όλες οι ρίζες μιας πλευράς του φυτού, τα φύλλα έχουν τη δυνατότητα να τροφοδοτηθούν από τις υπόλοιπες ζωντανές ρίζες και αποφεύγουν έτσι το μαρασμό και την πτώση τους.

Στην περίπτωση ελαφρού ή μέτριου παγετού τα κύτταρα της εντεριώνης είναι αυτά που καταστρέφονται πρώτα, ενώ μένουν ανέπαφα τα αγγεία της στήλης και του καμβίου, επειδή αντέχουν περισσότερο.

Μόνο σε σοβαρούς και μεγάλης διάρκειας παγετούς καταστρέφονται, μετά την εντεριώνη, πρώτα τα αγγεία και αργότερα τα κύτταρα του καμβίου, τα οποία και λαμβάνουν χρώμα καφετί.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ένα μέρος των μασχαλιαίων οφθαλμών παραμένει σε λήθαργο, ένα μέρος αυτών εξελίσσεται σε στόλωνες και περιστασιακά μερικοί μετατρέπονται σε μια πλευρική κεφαλή. Στη διάρκεια όμως του φθινοπώρου, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το γονότυπο, οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί διαφοροποιούνται πιο συχνά σε πλευρικές κεφαλές και ανθοφόρους οφθαλμούς<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 274-275

#### 1.1.4 Στόλωνες

Είναι ετήσιοι βλαστοί που εκπύσσονται από τους μασχάλιατους οφθαλμούς και εκτείνονται πλαγίως έρποντας επί του εδάφους. Ο βλαστός αυτός έχει δύο γόνατα. Το δεύτερο (ή ακραίο) γόνατο όταν ακουμπήσει σε υγρό έδαφος ριζοβολεί και παράγεται ταυτόχρονα ένας βλαστός. Σχηματίζεται έτσι μια έρριξη παραφυάδα. Από το βλαστό αυτό παράγεται νέος στόλωνα, ο οποίος θα δώσει γέννηση σε καινούργια έρριξη παραφυάδα και νέο στόλωνα. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής και διαρκεί όλο το καλοκαίρι εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και θρέψης είναι κατάλληλες.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 1.1 Στόλωνες**

Οι στόλωνες που παράγονται από το μητρικό φυτό καλούνται πρωτοταγείς (πρώτης τάξης). Απ' αυτούς παράγονται οι δευτεροταγείς (δεύτερης τάξης), έπονται οι τριτοταγείς (τρίτης τάξης) κ.ο.κ., έτσι που τελικά σχηματίζεται ένας τάπητας από αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες θυγατρικούς στόλωνες και αντίστοιχος αριθμός θυγατρικών φυτών. Οι ρίζες που παράγονται απευθείας από τους βλαστούς των στολώνων είναι πρωτοταγείς και απ' αυτές παράγονται αργότερα οι δευτεροταγείς και τα ριζικά τριχίδια, έτσι που τελικά σχηματίζεται ένα θυσανώδες ριζικό σύστημα.

Όταν τα φυτά των στολώνων αποκτήσουν πλούσιο ριζικό σύστημα αποκόπτονται από το μητρικό φυτό, οπότε καθίστανται αυτόνομα και μπορούν να μεταφερθούν και να μεταφυτευθούν σε άλλη θέση. Εάν τα φυτά που παράγονται από τους στόλωνες δεν αποκοπούν από το μητρικό φυτό και δεν μεταφερθούν σ' άλλη θέση, με την έλευση του χειμώνα καταστρέφεται το υπέργειο τμήμα τους καθώς και ο στόλωνας από τον 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 τόσο στη φύση όσο και σε συνθήκες συστηματικής καλλιέργειας. Το σύνολο των φυτών που παράγονται από τους στόλωνες ενός φυτού συνιστούν έναν κλώνο<sup>5</sup>.

### 1.1.5 Φύλλα

Όπως προαναφέρθηκε η διάταξη των φύλλων επί της κεφαλής είναι σπειροειδής σε φυλλοταξία 2/5, που σημαίνει ότι ακριβώς στην ίδια κάθετη γραμμή βρίσκονται το 1<sup>ο</sup> και το 6<sup>ο</sup> φύλλο. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη μέγιστη έκθεση του φυτού στον ήλιο. Στα περισσότερα είδη και ποικιλίες φράουλας το φύλλο είναι σύνθετο και αποτελείται από τρία φυλλάρια, ωοειδή, οδοντωτά, έμμισχα. Υπάρχουν και ποικιλίες στις οποίες τα φύλλα φέρουν τέσσερα ή πέντε φυλλάρια, χαρακτηριστικό γνώρισμα της *F. ciliensis*. Στη βάση του μίσχου υπάρχουν δύο παράφυλλα, τα οποία προστατεύουν το μασχάλαιο οφθαλμό. Το πάχος του ελάσματος των φύλλων διαφέρει ανάλογα με το είδος. Η *F. vesca* έχει λεπτό έλασμα και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι ως αυτοφυής απαντάται στα σκιερά δασοσκεπή ή θαμνοσκεπή μέρη. Αντίθετα η *F. ciliensis*, η οποία ως αυτοφυής απαντάται σε χορτολιβαδικές πεδινές ή λοφώδεις περιοχές με άφθονο ήλιο, έχει το πλέον παχύ έλασμα φύλλων. Ενδιάμεσα των ανωτέρω βρίσκονται οι *F. virginiana* και *F. nilgerrensis*. Στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια της *Fragaria x ananassa* το πάχος του ελάσματος των φύλλων κυμαίνεται μεταξύ εκείνου των *F. ciliensis* και *F. virginiana*. Ο μίσχος των φύλλων είναι συνήθως μακρύς και καλύπτεται από πλήθος αστεροειδών τριχών. Λευκές τρίχες φέρει και η κάτω επιφάνεια του ελάσματος.

---

<sup>5</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 275-276



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

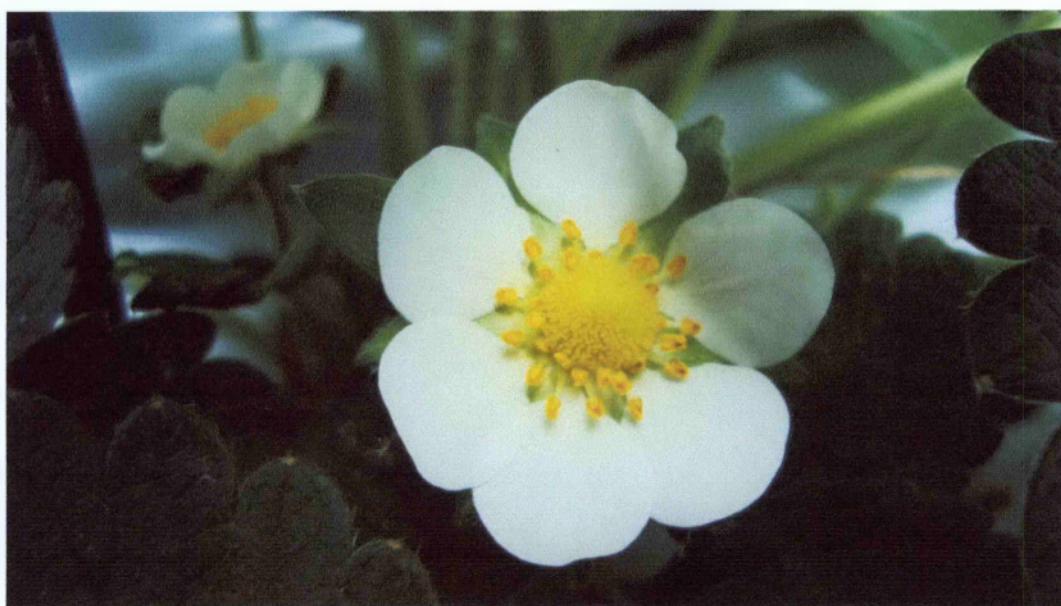
**Εικόνα 1.2 Φύλλα φράουλας**

Η διάρκεια ζωής του κάθε φύλλου κυμαίνεται από 1 έως 3 μήνες. Η πτώση των φύλλων είναι σταδιακή και σύμφωνη με το χρόνο εμφάνισης του καθενός. Τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια το φυτό την έχει τον Ιούλιο μέχρι αρχές Αυγούστου, με την προϋπόθεση ότι αυτό αναπτύσσεται στο ύπαιθρο και όχι σε καλυπτόμενη φυτεία. Εκείνο όμως που λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, επειδή καθορίζει τη μελλοντική παραγωγή, είναι ο αριθμός των φύλλων που υπάρχει στο φυτό το φθινόπωρο. Την εποχή αυτή γίνεται η διαφοροποίηση των φυλλοφόρων σε ανθοφόρους οφθαλμούς, οι οποίοι την επόμενη άνοιξη θα δώσουν τους καρπούς. Επειδή οι οφθαλμοί αυτοί είναι μασχालιαίοι συνεπάγεται ότι όσο περισσότερα είναι τα φύλλα τόσο περισσότεροι θα είναι και οι οφθαλμοί που θα διαφοροποιηθούν, άρα τόσο μεγαλύτερη και η παραγωγή καρπών την επόμενη άνοιξη. Η διαφοροποίηση των οφθαλμών αρχίζει τα τέλη Αυγούστου, συνεχίζεται τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο και ολοκληρώνεται περί τα τέλη Νοεμβρίου. Υπάρχουν και ποικιλίες (*Auchinauine*, *Climax*), στις οποίες η έναρξη διαφοροποίησης των οφθαλμών λαμβάνει χώρα στις αρχές Αυγούστου (Robertson 1954). Στα περισσότερα είδη και τις καλλιεργούμενες ποικιλίες φράουλας τα φύλλα πέφτουν με την έναρξη του χειμώνα και το φυτό εισέρχεται σε λήθαργο. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες της *F. chiloensis* οι οποίες

μπορούν να διατηρήσουν τα φύλλα τους καθ' όλη τη διάρκεια του χειμώνα, εφόσον το μικροκλίμα της περιοχής όπου καλλιεργούνται είναι ήπιο<sup>6</sup>.

### 1.1.6 Άνθος

Τα άνθη αρκετών αγρίων ειδών είναι δίοικα (δηλαδή το φυτό έχει θηλυκά άνθη μόνο, χωρίς λειτουργικούς στήμονες ή αρσενικά άνθη, χωρίς λειτουργικούς υπέρους). Τα άνθη των σημερινών καλλιεργούμενων ποικιλιών είναι ερμαφρόδιτα και σπάνια θηλυκά χωρίς στήμονες. Τα άνθη είναι λευκά συνήθως και φύονται πάνω σε μακρύ μίσχο στις μασχάλες των φύλλων σε κυματοειδή διάταξη. Κάθε άνθος φέρει κάλυκα με διπλή σειρά σεπάλων (5 σέπαλα) στεφάνη γενικά πενταμερή και πολυάριθμους στήμονες (20-25). Μετά τη γονιμοποίηση τα πέταλα πέφτουν, αλλά παραμένει ο κάλυκας και ο επικάλυκας. Εδώ και 50 χρόνια βρέθηκε ότι υπάρχει οριστική τάξη της ανθοφορίας στην ανθοταξία της Φράουλας.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 1.3 Άνθος φράουλας**

Η ανθοταξία είναι κυματοειδής και έχει δύο κυρίως βραχίονες, στη διχάλα της οποίας παράγεται ένα μόνο άνθος. Αυτό το αρχικό άνθος βγαίνει πρώτο. Κάθε βραχίονας χωρίζεται ομοίως σε δύο μικρότερους και στο σημείο τομής των υπάρχει ένα άνθος.

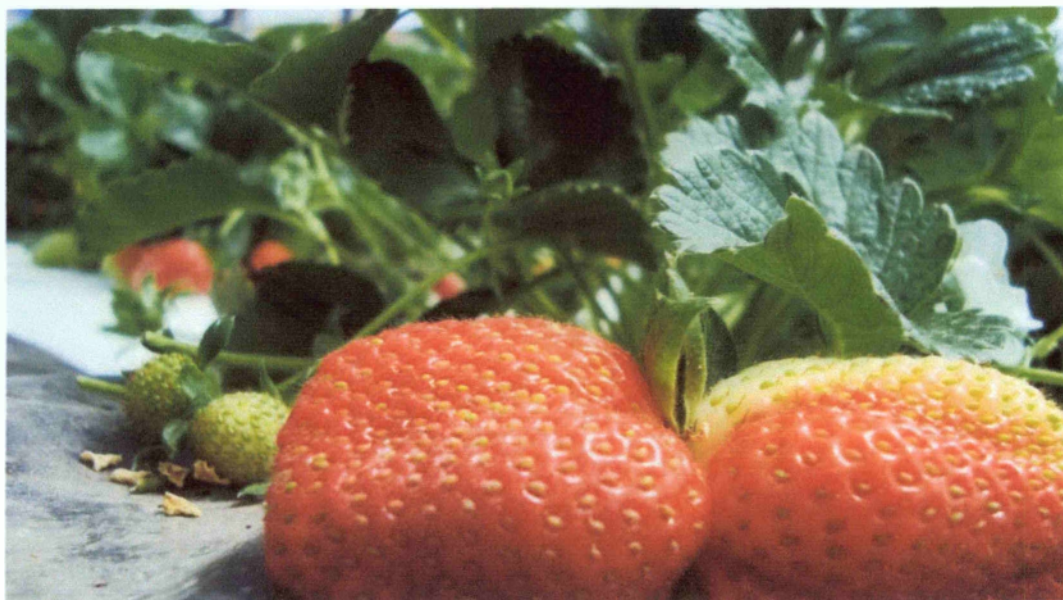
<sup>6</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 277-279

Αυτά ανθίζουν δεύτερα. Κάθε ένας από αυτούς τέσσερις βραχίονες πάλι διαιρείται και στις διχάλες αυτών παρατηρείται τρίτη ομάδα των ανθέων που έρχεται να ανθίσει. Αργότερα άνθη μπορούν να παρατηρηθούν σε μεγάλες ανθοταξίες.

Οι καρποί, οι οποίοι προέρχονται από τα αρχικά άνθη, είναι μόνο μισοί από εκείνους που προέρχονται από τα δευτερογενή, αλλά οι περισσότερες ράγες παράγονται από τα τριτογενή άνθη, αφού αυτά είναι διπλά από τα δευτερογενή και τέσσερις φορές περισσότερα από τα πρωτογενή<sup>7</sup>.

### 1.1.7 Καρπός

Μετά τη γονιμοποίηση του ωαρίου, αναπτύσσεται γρήγορα η ωοθήκη και ταυτόχρονα αρχίζει η διόγκωση των γύρω ιστών και μάλιστα εκείνων της ανθοδόχης. Με τη γονιμοποίηση όλων των ωοθηκών η διόγκωση των ιστών της ανθοδόχης γίνεται σε όλη την επιφάνειά της, γεγονός που οδηγεί ως το σχηματισμό του μούρου ή μμιαίκυλου, στην επιφάνεια του οποίου είναι σφηνωμένα τα αχαινία. Το μούρο είναι το εμπορεύσιμο προϊόν της φράουλας.



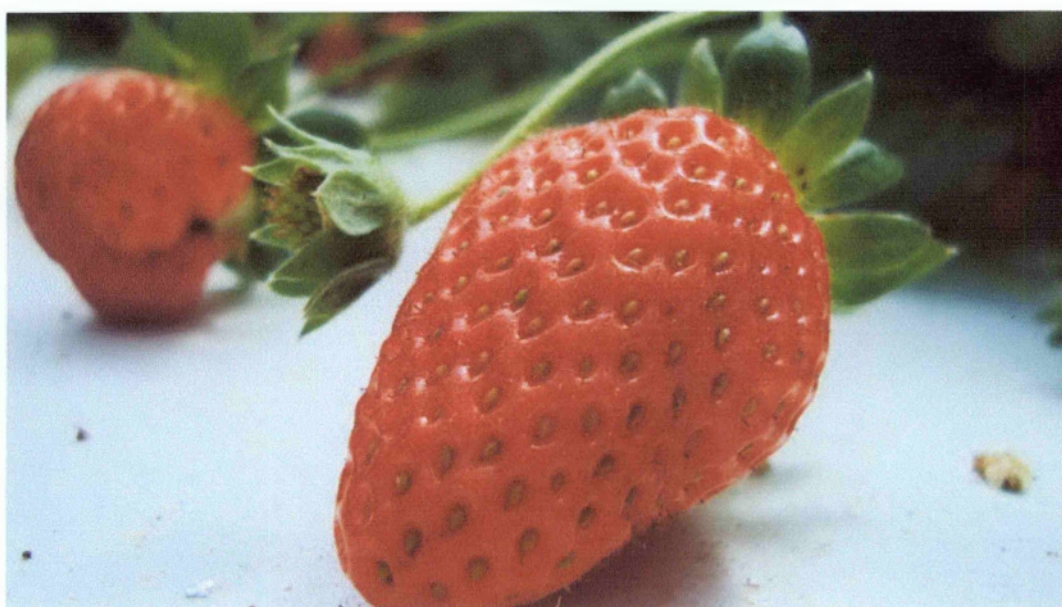
*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 1.4 Καρπός της φράουλας σε διάφορα στάδια ωρίμανσης**

<sup>7</sup> Δεκάζος, 1991, σελ. 20-22



Το μέγεθος του μούρου ποικίλλει από μικρό έως πολύ μεγάλο, ανάλογα με το είδος, την ποικιλία, τη θέση του στο ανθικό στέλεχος και τις συνθήκες θρέψης. Το σχήμα του καρπού ποικίλλει από κανονικό κωνικό, ωοειδές, σφαιροκωνικό, σφαιρικό, επίμηκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του, κωνικό με διευρυμένη κορυφή, σφαιροκωνικό με περισσότερες κορυφές έως ανώμαλο. Το σχήμα επηρεάζεται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν το φθινόπωρο, όταν γίνεται η διαφοροποίηση των οφθαλμών ή την άνοιξη την περίοδο της ανθοφορίας και από το αν έχουν γονιμοποιηθεί όλες οι ωοθήκες.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 1.5 Καρπός φράουλας**

Το χρώμα του μούρου ποικίλλει από λευκορόδινο, ρόδινο, ανοιχτό κόκκινο μέχρι και έντονο άλικο ή σκούρο κόκκινο, ανάλογα με το γονότυπο. Οι εμπορεύσιμοι καρποί της φράουλας χαρακτηρίζονται από το άρωμά τους και τις οργανοληπτικές ιδιότητές τους, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από τη σύνθεση της σάρκας τους σε διαλυτά σάκχαρα και οργανικά οξέα. Θεωρούνται πλούσιοι σε βιταμίνη C<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 282-283

## 1.2 Βοτανική Ταξινόμηση

Η φράουλα *Fragaria Sp.* ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae* της τάξης *Rosales*, της υποκλάσης *Rosidae*. Η υποκλάση αυτή ανήκει στην κλάση Δικοτυλήδονα των Αγγειόσπερμων (υποάθροισμα) του αθροίσματος Σπερματοφύτα.

<b>Άθροισμα</b>	Σπερματοφύτα
<b>Υποάθροισμα</b>	Αγγειόσπερμα
<b>Κλάση</b>	Δικοτυλήδονα
<b>Υποκλάση</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Τάξη</b>	<i>Rosales</i>
<b>Οικογένεια</b>	<i>Rosaceae</i>
<b>Γένος</b>	<i>Fragaria</i>
<b>Είδος</b>	<i>sp.</i>
<b>Κ. ονομασία</b>	Φράουλα

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται ως σήμερα είναι οκταπλοειδής, ανήκουν στο είδος *F. ananassa* και προέρχονται από τα οκταπλοειδή *Fragaria chiloensis* και *Fragaria virginiana* μετά από διειδική διασταύρωση και επιλογή.

Ο Darrow, θεωρεί ότι οι περισσότερες φράουλες ανήκουν σε 11 είδη με διάφορα εύρη ποικιλομορφίας. Σ' αυτά ανήκουν: *F. vesca*, *F. viridis*, *F. daltoniana*, *F. nil.gerrensis*, *F. nubicola*, *F. moupinensis*, *F. orientalis*, *F. moscata*, *F. virginiana* και *F. chiloensis*.

Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται ως σήμερα είναι οκταπλοειδή ανήκουν στο είδος *F. ananassa* και προέρχονται από τα οκταπλοειδή *Fragaria chiloensis* και *Fragaria virginiana* μετά από δίοικη διασταύρωση και επιλογή. Πιστεύεται ότι οι περισσότερες φράουλες ανήκουν σε 12 είδη του γένους *Fragaria*. Από αυτά τα 12 είδη έχουν μεγάλο καλλιεργητικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα παρακάτω είδη:

- *Fragaria doltoniana* Gay: Είναι ιθαγενές των Ιμαλαίων. Έχει καρπούς μετρίου μεγέθους και χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό φυτό.

- *Fragaria chiloensis* Duch: Είναι διαδεδομένο στις ακτές της Ν. Αμερικής προς τον Ειρηνικό (Περού). Στο γένος αυτό ανήκουν μεγαλόκαρπες ποικιλίες όπως η *ananassa*.
- *Fragaria virginiana* Duch: Απαντάται στη βορειοανατολική Αμερική και περιλαμβάνει μεγαλόκαρπες ποικιλίες.
- *Fragaria vesca* L.: Αυτοφύεται στην Ευρώπη και στην Ελλάδα και παράγει μικρούς καρπούς
- *Fragaria moscata* Duch (*Fragaria elatior*): Είναι μάλλον δίοικο και διαδεδομένο στην Ευρώπη.
- *Fragaria mexicana* Schlecht: Από το είδος αυτό μάλλον κατάγονται οι ποικιλίες που ανθίζουν όλο το χρόνο. Είναι μικρόκαρπο είδος και απαντάται στο Μεξικό.
- *Fragaria collina* Ehtl: Είναι άγριο είδος και φύεται σε ψηλά δάση.
- *F. vesca semperflorens* (φράουλα τεσσάρων εποχών). Είδος το οποίο έχει τους αρωματικότερους καρπούς.

### 1.3 Καλλιεργούμενοι Τύποι Φράουλας

#### 1.3.1. Δασική - αλπική φράουλα

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

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

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

Διαθέτει πολλές ποικιλίες, οι πιο γνωστές είναι οι εξής:

- *Fragaria vesca Alexandria*
- *Fragaria vesca Fragola Quattrà Stagioni*
- *Fragaria vesca Pineapple Crush*
- *Fragaria vesca Mignonette*
- *Fragaria vesca Golden Alexandria*
- *Fragaria vesca New Giant*
- *Fragaria vesca Fragola di Bosco (Italian)*
- *Fragaria vesca Snow King*
- *Fragaria vesca Yellow Wonder*
- *Fragaria vesca Frost King*
- *Fragaria vesca White Delight*
- *Fragaria vesca Regina*

### 1.3.2 Μούστο – φράουλες

Ένας δεύτερος τύπος που ήταν γνωστός την ίδια εποχή ήταν η *F. moschata*. Συνήθως απαντάται σε περιοχές της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, των Σκανδιναβικών χωρών, στη Ρωσία και στη Σιβηρία. Είναι είδος που αναπτύσσεται στα δάση. Ο καρπός της είναι κατά κάποιον τρόπο μεγαλύτερος από εκείνον της *F. vesca* με ποικίλα χρώματα, από το ανοιχτό κόκκινο – ξανθό, μέχρι σκούρο καφέ ή ερυθρό ιώδες. Το χαρακτηριστικό του καρπού αυτής είναι ότι τα αχάινια είναι υπερυψωμένα και εξέχουν της επιφάνειας του καρπού. Έχουν γεύση αρωματώδη, έντονα οίνοπνευματώδη (μούστου – μουστοφράουλες).

Η φράουλα αυτή ήταν γνωστή σαν φράουλα Βοημίας ή *Capron* ή *Capiton* φράουλα. Ήταν φράουλα μεγάλου μεγέθους, ξανθιά που καλλιεργούνταν στο Βέλγιο, σχεδόν από το 16<sup>ο</sup> αιώνα για το χαρακτηριστικό της άρωμα και γεύση. Επιλογές της φράουλας αυτής με ερυθρό και μεγάλο καρπό βρέθηκαν στη Βοημία και εξήχθησαν στην Αγγλία, Ιταλία και την υπόλοιπη Ευρώπη τον 17<sup>ο</sup> αιώνα. Επιλογές της *Capiton*

φράουλας με κόκκινους καρπούς ονομάστηκαν *Hautbois* ή *moschata*. Οι φράουλες, αυτές σήμερα δεν υπάρχουν.

### 1.3.3. Μοντέρνα φράουλα ή καλλιεργούμενη

Η μοντέρνα φράουλα *Fragaria x ananassa Duchesne* δημιουργήθηκε στην Ευρώπη στα μέσα του 18ου αιώνα. Η διασταύρωση έγινε μεταξύ της *F. virginiana Duchesne* από την Β. Αμερική και της *F. chilioensis* από τη Ν. Αμερική.

## 1.4 Ποικιλίες Φράουλας

Οι ποικιλίες φράουλας διαφέρουν μεταξύ τους σε πολλά και βασικά χαρακτηριστικά, όπως βλάστηση, απαιτήσεις σε ψύχος ή φωτοπερίοδο, λιπαντικά στοιχεία, αντοχή στην χλώρωση και άλατα, αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες, παραγωγικότητα και ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως μέγεθος, σχήμα, χρώμα και ευκολία απόσπασης του καρπού. Γενικά, προτιμώνται οι ποικιλίες που είναι παραγωγικές, έχουν καρπό μεγάλο, καλής ποιότητας, ελκυστικό, ανθεκτικό στις μεταχειρίσεις και επί πλέον συνδυάζουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά με την ανθεκτικότητα στις ασθένειες (φυτόφθορα, βερτισίλλιο), στις ιώσεις, στους νηματώδεις και στους τετρανύχους. Νέες ποικιλίες παράγονται στην Ευρώπη (Ιταλία, Αγγλία, Γερμανία, Ολλανδία), ΗΠΑ, Ιαπωνία και αλλού. Οι ποικιλίες που πραγματικά επέφεραν επανάσταση στην καλλιέργεια της φράουλας ήταν οι ποικιλίες Καλιφόρνιας. Μεγάλη πρόοδος επιτεύχθηκε με την δημιουργία ποικιλιών που είναι ουδέτερες φωτοπεριόδου (Ο Φ), πολλές από τις οποίες μάλιστα είναι ανθεκτικές και σε ασθένειες εδάφους όπως φυτόφθορα.

Οι ποικιλίες που παράγονται στην Ιταλία και Ισπανία μοιάζουν με αυτές της Καλιφόρνιας, ενώ αυτές που παράγονται στην Β. Ευρώπη έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, δηλαδή προσαρμόζονται κυρίως σε ψυχρές και όψιμες περιοχές. Μερικές Ευρωπαϊκές ποικιλίες έχουν καλύτερο άρωμα και γεύση από ότι της Καλιφόρνιας.

## 1.5 Περιγραφή Κυριότερων Ποικιλιών

### 1.5.1. Ποικιλίες φράουλας βραχείας φωτοπεριόδου

<b>Aliso</b>	Αποδοτική ποικιλία από την Καλιφόρνια. Οι καρποί της έχουν έντονο κόκκινο χρώμα και στρογγυλεμένο σχήμα, είναι χυμώδης με ελαφρά υπόξινη γεύση, συνεκτικοί -και αντέχουν στις μεταφορές.
<b>Anaheim</b>	Είναι μια νέα ποικιλία αμερικανικής προέλευσης. Είναι ανθεκτική στον τετράνυχο και στις ιώσεις και μέτρια ανθεκτική στο ωίδιο.
<b>Anapolis -1984</b>	Καρπός μεγάλος και. εύγευστος με έντονο πορτοκαλί -κόκκινο χρώμα. Είναι ανθεκτική στη φυτόφθορα και ευαίσθητη στο ωίδιο.
<b>Brunswick</b>	Παραγωγική ποικιλία με καρπούς μεσαίου μεγέθους, γευστικούς και ανθεκτική στη φυτόφθορα.
<b>Evangeline</b>	Ποικιλία με καρπούς μεσαίου μεγέθους και αποδόσεις σε χαμηλά επίπεδα.
<b>Mohawk -1994</b>	Καρποί υψηλής ποιότητας με καλή γεύση.
<b>Rosa Linda</b>	Καλλιεργείται κυρίως στη Δυτική και Κεντρική Φλόριντα, Η.Π.Α. και άλλες περιοχές με ήπιο χειμώνα. Έχει συμμετρικό σχήμα και έντονο κόκκινο χρώμα.
<b>Tioga</b>	Πολύ παραγωγική ποικιλία, με μεγάλο καρπό κανονικού σχήματος και σάρκα κόκκινη, λευκή στο μέσο, πολύ αρωματική. Έχει μικρές απαιτήσεις σε ψύχος και είναι κατάλληλη για πρόωμη παραγωγή σε θερμά κλίματα.
<b>Veestar</b>	Είναι μια δημοφιλής καναδέζικη ποικιλία πολύ παραγωγική με πολύ καλή γεύση αλλά οι καρποί τείνουν να είναι μαλακοί και πολύ μικρού μεγέθους.

### 1.5.2. Ποικιλίες φράουλας μέσης πρωίμησης

<b>Brunswick.</b>	Καρπός μέτριου μεγέθους, ελκυστικός σκούρου χρώματος. Εάν δεν ωριμάσει πλήρως έχει πολύ ξινή γεύση.
<b>Cabot</b>	Καρπός με έντονο κόκκινο χρώμα, πολύ γλυκιά γεύση, ακανόνιστο σχήμα και μεγάλο κάλυκα. Πολύ ανθεκτική ποικιλία στο ψύχος και στις ασθένειες.
<b>Covendish</b>	Παραγωγική ποικιλία, με καρπό μέτριου μεγέθους με καλή γεύση αλλά έχει το μειονέκτημα της ανομοιομορφης ωρίμανσης.
<b>Kent</b>	Ποικιλία με υψηλές αποδόσεις, λαμπερό κόκκινο χρώμα και πολύ καλή γεύση.
<b>L' Amour</b>	Μια πρόσφατη ποικιλία με καταγωγή από τη Νέα Υόρκη. Μεγάλος καρπός με κωνικό σχήμα, φωτεινό κόκκινο χρώμα και μεγάλο κάλυκα.
<b>Mira</b>	Ποικιλία καναδικής προέλευσης. Καρπός πολύ ελκυστικός με γυαλιστερό έντονο κόκκινο χρώμα.
<b>Surecrop</b>	Καρπός μεσαίου μεγέθους, ανθεκτικός στις ασθένειες.

### 1.5.3. Ποικιλίες φράουλας μετά εποχής

<b>Allstar</b>	Καρπός πολύ μεγάλου μεγέθους, κωνικός με άριστη γλυκιά γεύση.
<b>Clancy</b>	Κατάγεται από τη Νέα Υόρκη. Ο καρπός έχει κωνικό σχήμα με σκούρο κόκκινο χρώμα και καλή γεύση.
<b>Ovation</b>	Κατάγεται από την Αμερική. Χαρακτηρίζεται για την εξαιρετικά καθυστερημένη καρποφορία. Καρπός μεγάλος συμμετρικός ελκυστικός με καλό χρώμα και γεύση.
<b>Seneca</b>	Ποικιλία με καταγωγή από τη Νέα Υόρκη. Μεγάλος καρπός με ακανόνιστο σχήμα, έντονο κόκκινο χρώμα και σχετικά καλή γεύση.
<b>Tioga</b>	Αμερικανικής προέλευσης ποικιλία πολύ παραγωγική. Μεγάλου μεγέθους καρποί, ομοιόμορφου κωνικού σχήματος, έντονου κόκκινου χρώματος, αρκετά ελκυστικοί.
<b>Winona</b>	Είναι μια πρόσφατη ποικιλία από το Πανεπιστήμιο της Μινεσότα. Ο καρπός είναι κωνικός με λαμπερό κόκκινο χρώμα και πολύ καλή γεύση. Αντέχει στις ασθένειες και στις δύσκολες συνθήκες καλλιέργειας.



#### 1.5.4. Ποικιλίες φράουλας ουδέτερης φωτοπεριόδου

<b>Aptos</b>	Είναι αμερικανική ποικιλία με καρπό σχετικά μεγάλο, κωνικού σχήματος, σκληρό, με βαθύ κόκκινο χρώμα και καλή γεύση. Ο καρπός είναι μεγαλύτερος σε μέγεθος από της ποικιλίας Tioga και μοιάζει με τον καρπό της ποικιλίας Sequoia.
<b>Becker</b>	Καρπός κωνικού σχήματος, μέτριου μεγέθους με γυαλιστερό κόκκινο χρώμα. Έχει καλή αντοχή στις μεταχειρίσεις και είναι πλούσιος σε βιταμίνη C.
<b>Capitola -1991</b>	Καρπός μαλακός, μεγάλου μεγέθους σε σχήμα συμμετρικό, κωνικό. Έχει ευχάριστη υπόξινη γεύση και είναι κατάλληλος για νωπή χρήση αλλά και επεξεργασία.
<b>Fern</b>	Πολύ παραγωγική ποικιλία με καρπό μεσαίου μεγέθους, πεπλατυσμένο, χρώματος κόκκινου-πορτοκαλί. Σάρκα αρωματική, γλυκιά-όξινη κατάλληλη για παραγωγή εκτός εποχής.
<b>Irvine -1990</b>	Παράγει καρπό μεγάλου μεγέθους, ανοιχτού κόκκινου χρώματος και έχει σχήμα κωνικό. Είναι ευαίσθητη στο βερτισίλλιο, στη σελτόρια, στην ανθράκωση και στον τετράνυχο. Είναι ανθεκτική στις ιώσεις.
<b>Muir -1987</b>	Παράγει καρπό άριστης γεύσης, μεγάλου μεγέθους με σχήμα επίμηκες κωνικό και πλατύ. Είναι ποικιλία κατάλληλη για νωπή χρήση.
<b>Seascape</b>	Καρπός έντονου κόκκινου χρώματος εξωτερικά και εσωτερικά. Τα αχάινια είναι έντονα κίτρινα έως ελαφρώς κόκκινα και μερικώς εξέχοντα από την επιφάνεια. Είναι ευαίσθητη ποικιλία στη σελτόρια, στον τετράνυχο και ανθεκτική στις ιώσεις.
<b>Selva</b>	Ποικιλία δημοφιλής στην Καλιφόρνια και στη Φλόριδα. Παράγει καρπό μεγάλου μεγέθους, κωνικό, συμμετρικό, αρκετά συνεκτικό ο οποίος αντέχει στις μεταφορές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

### 2.1 Ανάγκες σε Θερμοκρασία

Τα φυτά της φράουλας χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη προσαρμοστικότητα τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες κι έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές που το υψόμετρό τους μπορεί να φτάσει μέχρι 1.000-1.100 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Η φράουλα αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, αφού η καταστροφή των ανθέων και του φυλλώματος των περισσότερων καλλιεργούμενων ποικιλιών της επισυμβαίνει στους (-2) έως (-7) °C. Όταν όμως το φυτό εισέλθει σε λήθαργο, το ριζικό σύστημα μπορεί να αντέξει παγετούς της τάξης των (-40) έως (-51)°C (Darrow 1966). Αυτό σημαίνει ότι ανέχεται το χιόνι και μάλιστα δε διατρέχει κίνδυνο όταν το ριζικό σύστημα καλύπτεται από φύλλο πλαστικού ή αχυροστρωμνή. 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 τη φράουλα είναι 6°C, η άριστη ημέρας 22-23°C, η άριστη νύχτας 10-13°C, η άριστη θερμοκρασία εδάφους 12-15°C και η μέγιστη βιολογική 30°C. Σε ό,τι αφορά το φωτοπεριοδισμό η φράουλα ανήκει στα φυτά μικρής ημέρας.

Οι βροχοπτώσεις επιδρούν ευνοϊκά στην ανάπτυξη των βλαστών και 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.

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι 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<sup>9</sup>.

## 2.2 Ανάγκες σε Νερό

Σε απαιτήσεις σε νερό έρχεται μετά τη μηδική, ξυνά και πριν τη ροδακινιά και το καλαμπόκι. Οι επικρατούσες συνθήκες (υγρασία, φως, θερμοκρασία) επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση νερού.

Η άρδευση κατά κανονικά χρονικά διαστήματα μπορεί να αυξήσει ή να εξασφαλίσει την εσοδεία, να βελτιώσει το μέγεθος και την εμφάνιση των φρούτων και να παρατείνει τη συλλογή.

Συνήθως ο κύριος σκοπός είναι ο εφοδιασμός με νερό κοντά ή κατά τη διάρκεια της εποχής συλλογής αλλά είναι πολύ καλό να αρδεύει κανείς κατά τον πρώτο χρόνο και μάλιστα κατά την εποχή φύτευσης για να προάγει την ανάπτυξη και ριζοβολία των στολώνων. Η άρδευση βοηθά στο να κάνει το λίπασμα διαθέσιμο στις ρίζες. Συμπληρωματική άρδευση κατά το σχηματισμό των ανθοφόρων οφθαλμών μπορεί να αυξήσει τη μέλλουσα παραγωγή.

Μεγαλύτερο μέγεθος έχουν οι πρωτογενείς καρποί (από πρωτογενή άνθη). Η άρδευση αυξάνει το συνολικό αριθμό των φρούτων και υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ του αριθμού φρούτων και των «χειριών» συλλογής.

Όσον αφορά τη συχνότητα της άρδευσης, ισχύουν τα παρακάτω:

- α) Είναι προτιμότερο τα ποτίσματα να γίνονται προς το τέλος της ημέρας, γιατί υπάρχει το ενδεχόμενο να έχουμε μεγάλες απώλειες από εξατμισοδιαπνοή και το νερό να μην φτάσει ποτέ στο ενεργό ριζόστρωμα. Τα

---

<sup>9</sup> Κανάκης, 2004, σελ. 287-288

άχυρα ή τα διάφορα πλαστικά κάλυψης μειώνουν την απώλεια από εξατμισοδιαπνοή και αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της άρδευσης.

β) Είναι απαραίτητη η άρδευση κατά την εποχή της συλλογής, αλλά χρειάζεται κάποιος προγραμματισμός γιατί οι φρεσκοποτισμένες εκτάσεις είναι πάρα πολύ δύσκολο να συγκομιστούν. Ο καλύτερος χρόνος για άρδευση είναι αμέσως μετά την κάθε συλλογή, όταν αυτή γίνεται σε διαδοχικά «χέρια»<sup>10</sup>.

### 2.3 Φωτοπερίοδος

Ο σημαντικότερος ρόλος της φωτοπερίοδου για την φράουλα είναι στο σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών γι' αυτό και περίοδος 12 ωρών φωτός την ημέρα ή λιγότερο και μέσες θερμοκρασίες είναι οι σπουδαίοι παράγοντες για την διαφοροποίηση των οφθαλμών σε ανθοφόρους. Το μήκος της φωτοπερίοδου επηρεάζει και τον σχηματισμό των στολώνων. Γενικά μεγάλη φωτοπερίοδος ευνοεί τον σχηματισμό μεγαλύτερου αριθμού στολώνων. Η μικρή φωτοπερίοδος ευνοεί τον σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών για τις ποικιλίες όμως βραχείας ημέρας. Αντίθετα για τις *everbearing* ποικιλίες η διαφοροποίηση των οφθαλμών ευνοείται σε συνθήκες μακράς φωτοπερίοδου.

### 2.4 Άλλοι Κλιματικοί Παράγοντες

Η προστασία από τους ανέμους θεωρείται απαραίτητη για τη φράουλα ειδικά στην περίοδο της ανθοφορίας γιατί οι άνεμοι επηρεάζουν την καρπόδεση αρνητικά και παράγονται καρποί παραμορφωμένοι.

---

<sup>10</sup> Δεκάζος, 1991, σελ. 31-36

Η επιλογή της τοποθεσίας επίσης θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την ικανοποιητική παραγωγή της φράουλας. Μία κατάλληλη τοποθεσία πρέπει να πληρεί τους παρακάτω όρους:

- ✓ Καλή έκθεση στον ήλιο,
- ✓ Προστατευμένη από ανέμους,
- ✓ Απαλλαγμένη από παγετούς κυρίως της άνοιξης,
- ✓ Η κυκλοφορία του αέρα να είναι καλή,
- ✓ Πρέπει να αποφεύγονται εδάφη με μεγάλη κλίση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

### 3.1 Πολλαπλασιασμός

Η φράουλα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, με στόλωνες, με διαχωρισμό των βλαστικών αξόνων μαζί με τμήμα ρίζας, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια. Με σπόρο πολλαπλασιάζονται μόνον οι νέες ποικιλίες που προκύπτουν από υβριδισμό. Στην πράξη το φυτό πολλαπλασιάζεται αγενώς και κυρίως με στόλωνες ή σε συνδυασμό με ιστοκαλλιέργεια. Ο αριθμός των στόλωνων που θα παραχθεί ανά φυτό εξαρτάται από την ποικιλία (γενετικό χαρακτηριστικό), καθώς και από τις επικρατούσες συνθήκες μήκους ημέρας και θερμοκρασιών. Έτσι, ο αριθμός των στόλωνων που παράγονται ανά φυτό ποικίλλει από 0, σε μερικές ποικιλίες μακράς φωτοπεριόδου, 6-7 σε μερικές ποικιλίες συνεχούς καρποφορίας, (ουδέτερης φωτοπεριόδου), έως 12 ή και περισσότερους σε μερικές ποικιλίες βραχείας φωτοπεριόδου<sup>11</sup>.

#### 3.1.1 Αγενής Πολλαπλασιασμός

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

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

<sup>11</sup> Κανάκης, 1989

πράσινο χρώμα και λευκό ριζικό σύστημα. Τα νεαρά αυτά φυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον πολλαπλασιασμό νωπά ή διατηρημένα σε ψυγείο.

### **3.1.2 Εγγενής Πολλαπλασιασμός**

Ο Εγγενής πολλαπλασιασμός είναι ένας τρόπος που δεν χρησιμοποιείται συχνά διότι είναι δύσκολος στην εφαρμογή του και γίνεται με σπόρους. Εφαρμόζεται κυρίως για ποικιλίες που σχηματίζουν στόλωνες, για την απόκτηση φυτών απαλλαγμένων από ιώσεις και τέλος, από τους βελτιωτές και τους γενετιστές προκειμένου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια.

### **3.1.3 Ιστοκαλλιέργεια**

Με τη μέθοδο αυτή, καταρχήν δημιουργούνται πολλοί βλαστοί (μικρομοσχεύματα) υπό ασηπτικές συνθήκες. Στη συνέχεια οι βλαστοί ριζοβολούν είτε υπό ασηπτικές συνθήκες είτε ως μοσχεύματα στην υδρονέφωση. Αναπτύσσονται στην υδρονέφωση για ένα χρονικό διάστημα, κατόπιν μεταφυτεύονται σε πλαστικές σακούλες ή σε φυτοδοχεία και μετά στο φυτώριο. Η μέθοδος της ιστοκαλλιέργειας χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς:

1. Για την απόκτηση φυτών που πολλαπλασιάζονται δύσκολα με τις κλασικές μεθόδους.
2. Για τη Δημιουργία πολλαπλασιαστικού υλικού απαλλαγμένου ιώσεων.
3. Για τη δημιουργία απλοειδών φυτών.
4. Για την απόκτηση νέων γενοτύπων μέσω μεταλλάξεων.
5. Για την έρευνα πολλών θεμάτων φυσιολογίας και βιοχημείας των φυτών.

Η ιστοκαλλιέργεια είναι πολύ σπουδαία τεχνική διότι, πρώτον, είναι δυνατόν να λύσει το πρόβλημα πολλαπλασιασμού ειδών που πολλαπλασιάζονται δύσκολα με συμβατικές μεθόδους και δεύτερον, σε συνδυασμό με την μέθοδο της θερμοθεραπείας να παραχθούν φυτά απαλλαγμένα από σοβαρές ιώσεις.

Οι ιώσεις μειώνουν δραματικά τις αποδόσεις των καλλιεργειών, επιτείνουν τα προβλήματα ασυμφωνίας μεταξύ εμβολίου και υποκειμένου και για τους λόγους αυτούς επιθυμία όλων είναι η παραγωγή άνοσου πολλαπλασιαστικού υλικού, αν και αυτό στην πράξη δεν είναι πάντοτε εύκολο ή και πραγματοποιήσιμο.

### **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 ολόκληρη 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 Σημασία της χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού**

Με τη χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού οι παραγωγοί έχουν την εγγύηση ότι το υλικό είναι απαλλαγμένο από εχθρούς και ασθένειες, καλής ποιότητας και ταυτοποιημένο (δηλαδή η ποικιλία που αγοράζει ο παραγωγός είναι αυτή που αναγράφεται στα συνοδευτικά έγγραφα).

Αυτό συνεπάγεται τη μειωμένη χρήση γεωργικών φαρμάκων και, κατά συνέπεια, μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον,



μειώνεται ο κίνδυνος μετάδοσης στα χωράφια τους παθογόνων, που δύσκολα καταπολεμούνται (π-χ- φουζάριο στις περιπτώσεις που καλλιεργούνται φράουλες, χρυσονηματώδεις στις περιπτώσεις που καλλιεργούνται πατάτες, βερτισίλλιο στις ελαιοκαλλιέργειες). Επίσης, αγοράζουν υλικό απαλλαγμένο από ιώσεις (πολύ σημαντικό κυρίως στις περιπτώσεις πολλαπλασιαστικού υλικού οπωροφόρων και αμπέλου) που δεν μπορούν να καταπολεμηθούν και έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής.

Συστήνεται η αγορά εκ μέρους του παραγωγού υλικού το οποίο είναι πιστοποιημένο ή ελεγμένο γιατί με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζει την επιτυχία στην παραγωγή του<sup>12</sup>.

### 3.2.3 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 ανά κιβώτιο) και 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 (υψηλότερη θερμοκρασία ή ελλιπής κυκλοφορία του αέρα στο ψυγείο, όταν τα κιβώτια τοποθετούνται πολύ κοντά το ένα με το άλλο). 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:

<sup>12</sup> Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, 2008

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:

**4α.** ψεκασμός των φυτών στον αγρό, πριν την εξαγωγή τους με benomy. Ο ψεκασμός εκτός του ότι μειώνει την πιθανότητα προσβολής των φυτών από μυκητολογικές ασθένειες, επιπλέον βελτιώνει και τη ζωηρότητα των φυτών.

**4β.** αν δεν προηγήθηκε ψεκασμός στον αγρό, τότε συνίσταται εμβάπτιση των φυτών σε διαλύματα με μυκητοκτόνα ή επίπαση με μυκητοκτόνο πριν την μεταφορά τους.

Τα φυτά φυτεύονται Ιούλιο – Αύγουστο – Σεπτέμβριο και αρδεύονται πολύ συχνά μέχρι αυτά να εγκατασταθούν. Οι ταξιανθίες και οι στύλωνες που εμφανίζονται αυτή την περίοδο αφαιρούνται. Τα φυτά αναπτύσσονται βλαστικά μέχρι αργά το φθινόπωρο, οπότε σχηματίζουν πλευρικούς βλαστούς και διαφοροποιούν ανθοφόρους οφθαλμούς. Την επόμενη άνοιξη τα φυτά δίνουν πολύ καλή παραγωγή (2 – 3 τόνους ανά στρέμμα) και μεγάλους καρπούς.

### **3.2.3 Φυτά νωπά**

Είναι φυτά φράουλας και αποσπώνται από το φυτό τον Αύγουστο. Είναι εγχώρια και θα πρέπει να προμηθεύονται από εξειδικευμένο και αξιόπιστο φυτοριούχο.

Φυτεύονται το φθινόπωρο, Σεπτέμβριο με Οκτώβριο, ώστε να εξασφαλίσουν, κατά τη διάρκεια του χειμώνα τις χαμηλές θερμοκρασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και καρποφορία τους. Τα φυτά αυτά μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή όχι όμως μικρότερη από 0 °C. Είναι διετή, έτσι έχουν ένα βασικό μειονέκτημα, ότι η όψιμη φύτευση δεν τους επιτρέπει να συγκεντρώσουν μέχρι το χειμώνα τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες και γι' αυτό την

άνοιξη που ακολουθεί δίνουν πάντα μικρή παραγωγή. Έτσι η κανονική τους παραγωγή έρχεται τη δεύτερη χρονιά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

### 4.1 Εχθροί - Έντομα

#### 4.1.1 Αφίδες

Οι αφίδες της φράουλας ανήκουν στην τάξη των ημίπτερων και στην οικογένεια Aphididae. Μεταδίδουν ιώσεις από φυτό σε φυτό απομυζώντας τους χυμούς τους προκαλώντας σημαντικό πρόβλημα.

#### 4.1.2 Ωτιόρυνχος της φράουλας ή Λευκός σκώληκας

Κολεόπτερο (*Otiorrhynchus* spp. *O. rugosostriatus*, *O. sulcatus*, *O. cibricollis*, *O. onatus*, *O. meridionalis*). Υπάρχουν πολλά είδη σκαραβαίων (κολεόπτερα) που κάνουν ζημιά στην ρίζα της φράουλας αλλά αυτά του γένους *Otiorrhynchus* είναι τα πιο συχνά απαντώμενα<sup>13</sup>.

#### 4.1.3 Λευκοί σκώληκες ή Ασπροσκώληκες

Οι σκώληκες αυτοί είναι οι προνύμφες σκαραβαίων που εμφανίζονται τον Μάιο ή Ιούνιο, συμπεριλαμβανομένων των *Melolontha melolontha*, *Phylllophaga decimlineata*, *P. perversa*, *Cuclocephala borealis*, *Popillia japonica*, *Hoplia* spp., *Serica* spp.

Οι προνύμφες αυτών των εντόμων αρχικά και κυρίως τρέφονται με τις ρίζες των αγρωστωδών. Πάντως προκαλούν και σοβαρές ζημιές στο καλαμπόκι, πατάτες, φράουλα και άλλες καλλιέργειες. Μερικές από τις προνύμφες κόβουν το φυτό σύρριζα με το έδαφος. Πιο συχνά αδυνατίζουν το φυτό τρώγοντας τον φλοιό των ριζών. Ποικίλουν σε μέγεθος από 1.5-5.0 εκ. Όταν ενοχληθούν τότε παίρνουν το σχήμα του γράμματος C.

<sup>13</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 97

Συνιστάται απολύμανση του εδάφους ή χρήση εντομοκτόνων (Chlorpyrifos, carbofuran και άλλα)<sup>14</sup>.

#### **4.1.4 Θρίπες**

Τα είδη *Thrips tabaci* και *Frankliniella occidentalis* ανήκουν στα θυσανόπτερα, στην οικογένεια Thripidae. Είναι γνωστοί για τις ζημιές που προκαλούν με την μετάδοση.'

#### **4.1.5 Ανθονόμος της φράουλας (*Anthonomus Sigmatus A. Rabi*)**

Είναι μικρά κολεόπτερα που προσβάλλουν τα άνθη και ανήκουν στην οικογένεια Curculionidae

#### **4.1.6 Καρουλιαστή της φράουλας (*Ancylis comptana fragariae*)**

Είναι λεπιδόπτερο και τρέφεται με τα φύλλα της φράουλας.

#### **4.1.7 Κόκκινος σκώληκας των βλαστών της φράουλας (*Aristotelia fragariae*)**

Είναι λεπιδόπτερο και τα συμπτώματα της προσβολής εμφανίζονται συνήθως το φθινόπωρο. Το φυτό αποκτά ένα κίτρινο χρώμα και συχνά πεθαίνει.

#### **4.1.8 Βρωμούσες (*Lugus hesrerus, L. lineolaris, L. clisus*)**

Είναι κολεόπτερο το οποίο απομυζεί τους χυμούς του φυτού με αποτέλεσμα οι φράουλες να είναι παραμορφωμένες, ξυλοποιημένες καθώς και φαλακρούς καρπούς.

---

<sup>14</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 98

#### 4.1.9 Κόκκινος τετράνυχος (*Tetranychus urticae*)

Είναι ένα ακάρεο και υπάρχουν πολλά είδη αλλά το πιο εμφανιζόμενο είναι ο δίστικος τετράνυχος ο οποίος τρέφεται με το κάτω μέρος του φύλλου.

#### 4.1.20 Σαλιγγάρι (*Deroceras reticulatum* και *Arion spp*)

Τρώνε φύλλα αλλά και καρπούς και συνήθως τρέφονται την νύχτα.

#### 4.1.21 Φυλλοδέτης (*Cnephasja longana*) - Λεπιδόπτερο

Σε αντίθεση με την συμπεριφορά πολλών άλλων φυλλοδετών οι προνύμφες αυτού του είδους ανοίγουν στοές στον καρπό και τρέφονται στο εσωτερικό του.

Έτσι ακόμη και μικρός πληθυσμός το εντόμου μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημία<sup>15</sup>.

#### 4.1.22 Νηματώδεις σκώληκες

Τα είδη των νηματωδών σκωλήκων που προσβάλλουν την φράουλα ανά τον κόσμο είναι τα παρακάτω:

*Aphelenchoides fragariae*, *A. ritzema-bosi*, *A. besseyi*

*Ditylenchus dipsaci*,

*Meloidigyne hapla*

*Xiphinema americanum*, *X. diversicaudatum*, *X. chambersi* *Pratylenchus penetrans*, *P. cotfeae*, *P. pratensis*, *P. scribneri* *Belonolaimus gracilis*

*Trichodorus christiei*

*Gerne pratylenchus*

Όταν υπάρχει προσβολή από νηματώδεις τότε παρατηρούνται παραμορφώσεις στο φύλλωμα, σε έντονη προσβολή κατσάρωμα, μείωση του αριθμού των ανθέων και ατροφία στα άνθη<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 98 - 99

<sup>16</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 100

## 4.2 Ασθένειες

### 4.2.1 Μυκητολογικές Ασθένειες

Περισσότερα από 100 είδη μυκήτων προσβάλλουν τη φράουλα, αλλά μόνο το 1/3 από αυτούς προκαλούν ζημιά στο φυτό. Πολλοί από αυτούς προσβάλλουν μέρος του φυτού (φύλλο, καρπό, ρίζα, κεφαλή) ή και όλο το φυτό. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα εξής:

- Ανθράκωση: είδη των *Colletotrichum* και *Gleosporium*. Πολλά είδη των μυκήτων αυτών προσβάλλουν τον καρπό, τα φύλλα και την κεφαλή του φυτού.
- Βερτιτσιλλίωση: Ο μύκητας είναι πολύ ενεργός κατά την ψυχρή περίοδο. Σε νέες φυτείες τα συμπτώματα εμφανίζονται όταν αρχίζουν να σχηματίζονται οι στόλωνες. Τα φύλλα μαραίνονται, τα περιθώρια καθώς και περιοχές μεταξύ των νεύρων στεγνώνουν. Οι νέες ρίζες που σχηματίζονται από την βάση του φυτού είναι κοντές, και έχουν μαυρισμένες κορυφές. Φυτά με έντονη προσβολή καταρρέουν και πεθαίνουν<sup>17</sup>.
- Φυτοφθόρες: Υπάρχουν τουλάχιστον 3 είδη του γένους *Phytophthora* που προσβάλλουν τα φυτά της φράουλας. Αυτά είναι τα: *Phytophthora fragariae*, *P. cactorum*, *P. citrophthora*<sup>18</sup>.
- Ριζοκτόνια: ο μύκητας *Rhizoctonia fragariae* προκαλεί σηψιρριζία υπό συνθήκες υπερβολικής υγρασίας. Τα φυτά ξαφνικά καταρρέουν πριν ή κατά την πρώτη περίοδο καρποφορίας κατά τη διάρκεια του θέρους στα φυτώρια.
- Ωίδιο (*Sphaerotheca macularis*, *oidium fragariae*): Προσβάλλει άνθη, φύλλα και καρπούς.

---

<sup>17</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 101

<sup>18</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 102

- Αλτερναρίωση (*Alimaria alternate*): Δημιουργεί κόκκινες ή καφέ στρογγυλές κηλίδες
- Ιώδης Κηλίδωση των φύλλων - (*Diplocarpon earliana*, *Κονιδιακή μορφή Marsonnina fragariae (potentilla)*): Στην αρχή οι κηλίδες είναι στρογγυλές, μελιτζανί χρώματος. Οι κηλίδες μπορεί να είναι τόσες πολλές που το φύλλο στεγνώνει και μοιάζει με καμένο. Όταν η προσβολή στα φύλλα είναι μεγάλη τότε το φυτό αδυνατίζει ή και πεθαίνει<sup>19</sup>.
- Βοτρύτηδα - γκρίζα μούχλα (*Botrytis cinerea*): Είναι η πιο σοβαρή ασθένεια. Η προσβολή συνήθως αρχίζει από τα άνθη και τους πράσινους καρπούς ιδιαίτερα σε ζημιωμένους από παγετό ποδίσκους και κάλυκες. Η μόλυνση μπορεί να αρχίσει από εκεί όπου ο καρπός ακουμπάει στο έδαφος, σε ένα νεκρό φύλλο ή με άλλο σάπιο καρπό. Η ασθένεια είναι πιο συνηθισμένη στις ψυχρές περιοχές και ευνοείται από υγρό καιρό<sup>20</sup>.

#### 4.2.2 Βακτηριολογικές Ασθένειες

Τα βακτήρια εισέρχονται στο φυτό δια μέσου τραυμάτων ή φυσικών ανοιγμάτων (στόματα). Αυτά μεταδίδονται με τα έντομα, τους νηματώδεις, με φυσικά μέσα, όπως τον άνεμο, την βροχή (υδροσταγονίδια μολυσμένα, εδαφοτεμαχίδια), με την μεταφορά φυτικού υλικού ή και με το νερό της άρδευσης (κατάκλυση).

- Μεσονεύρια κηλίδωση των φύλλων: Σχηματίζονται κηλίδες μεταξύ των νεύρων των φύλλων, καταστρέφεται η χλωροφύλλη και το φύλλο γίνεται διάφανο. Επίσης παρατηρούνται και μερικά στίγματα καφέ χρώματος. Η ασθένεια ευνοείται από τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 104

<sup>20</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 105 - 106

<sup>21</sup> Βασιλακάκης, 2006, σελ. 100



#### 4.2.3 Ιώσεις

Επειδή στην γεωργία δεν υπάρχει κανένα θεραπευτικό μέτρο κατά των ιώσεων και η αντιμετώπιση βασίζεται στην λήψη προληπτικών μέσων πχ συστηματική καταπολέμηση των ζιζανίων, χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, καταπολέμηση των εχθρών της φράουλας που μεταδίδουν ιώσεις.

Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα των ιώσεων είναι τα εξής:

- Κατσάρωμα
- Νανισμός
- Ελαφρό κιτρίνισμα της περιφέρειας των φύλλων
- Η χλωροτική κηλίδωση

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΠΙ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Η φράουλα μπορεί να καλλιεργηθεί και να μας αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε οποιοδήποτε τύπο θερμοκηπίου με δυο τρόπους:

- α) καλλιέργεια στο έδαφος
- β) υδροπονική καλλιέργεια (που θα εξηγήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο)

Η καλλιέργεια της φράουλας για να εγκατασταθεί στο θερμοκήπιο θα πρέπει ο καλλιεργητής να κάνει κάποιες ενέργειες ώστε να υπάρξει και το ανάλογο αποτέλεσμα. Οι ενέργειες αυτές είναι:

- η απολύμανση
- η κατεργασία του εδάφους
- βασική λίπανση
- επιλογή των κατάλληλων φυτών
- άρδευση
- καλλιεργητικές φροντίδες

### **5.1 Απολύμανση**

Η απολύμανση γίνεται με δυο τρόπους α) με την χρήση χημικών απολυμαντικών μη φιλικών προς το περιβάλλον και β) με βιολογικούς τρόπους που είναι φιλικοί προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

#### **5.1.1 Χημική απολύμανση**

Πρόκειται για αέρα πολύ τοξικό για κάθε μορφή ζωής. Η οξεία τοξικότητα στο πλέον χρησιμοποιούμενο βρωμιούχο μεθύλιο εκδηλώνεται με καταβολή δυνάμεων,

ψυχοσωματικές διαταραχές, ναυτία εμετούς, σπασμούς και πνευμονικό οίδημα που καταλήγει σε θάνατο. Χρόνια έκθεση συσχετίζεται με καρκίνο του φάρυγγος<sup>22</sup>.

### 5.1.2 Βιολογική απολύμανση

- Θερμική απολύμανση που γίνεται με τη βοήθεια σωληνώσεων.
- Η μέθοδος της απολύμανσης ή ακριβέστερα, της αποστείρωσης από έντομα, παθογόνους μύκητες και βακτήρια με την εκμετάλλευση και χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας, αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο φυτοπροστασίας στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως «ηλιακή απολύμανση», «ηλιοαπολύμανση» ή και ως «ηλιακή αποστείρωση»<sup>23</sup>.

## 5.2 Λίπανση

Όλα τα φυτά έτσι και η φράουλα για να αναπτυχθούν σωστά και να αποφέρουν την ανάλογη ποσότητα σε καρπούς, απαιτούν μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Η καλύτερη και πιο ορθολογική όμως λίπανση πρέπει να στηρίζεται στα αποτελέσματα εδαφικής ανάλυσης.

Στην φράουλα, στην αρχή της καλλιέργειας, πραγματοποιείται μια βασική λίπανση και οι ουσίες που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι:

- οργανική ουσία
- λίπασμα 20-20-20
- σύνθετο λίπασμα 11-15-15 σε αναλογία 80 με 100 κιλά ανά στρέμμα
- θειϊκή αμμωνία 21-0-0 σε αναλογία 18 με 22 κιλά ανά στρέμμα

Αργότερα, και όσο η καλλιέργεια προχωρά, η λίπανση προσαρμόζεται στις ανάγκες του φυτού, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων.

<sup>22</sup> Πολυράκης, 2003, σελ. 108

<sup>23</sup> Πολυράκης, 2003, σελ. 260

### **5.3 Επιλογή των Κατάλληλων Φυτών**

Η επιλογή του φυτού είναι πολύ σημαντική και η επιλογή γίνεται με βάση:

- τη περιοχή
- το μικροκλίμα
- το καλλιεργητικό σύστημα
- την κατάσταση του φυτού

### **5.4 Άρδευση**

Η άρδευση θα καθοριστεί από τα προηγούμενα και από τις θερμοκρασίες που θα υπάρχουν μέσα στο θερμοκήπιο αλλά και από τα στάδια της ανάπτυξης του φυτού.

### **5.5 Καλλιεργητικές Φροντίδες**

Γίνονται κάποιες φροντίδες από την παραγωγή για την καλύτερη παραγωγή τόσο σε ποιότητα όσο και σε απόδοση καθόλη την καλλιεργητική περίοδο και είναι οι εξής:

- Αφαίρεση άνθεων
- Συμπλήρωση κενών
- Κλάδεμα – καθάρισμα φυτείας
- Εξαερισμός
- Παρατήρηση για τυχόν εχθρούς και ασθένειες

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

### 6.1 Ορισμοί

Με την πλατιά έννοια του όρου, υδροπονία ή χωρίς έδαφος καλλιέργεια είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους. Αναφέρεται μερικές φορές και ως τεχνητή καλλιέργεια και ανέδαφος γεωργία. Ο τελευταίος όρος χρησιμοποιείται ιδιαίτερα, όταν χρησιμοποιούνται οργανικά ή άλλα μη αδρανή υποστρώματα. Ο πιο γνωστός όμως και διαδεδομένος όρος, διεθνώς, είναι η ελληνική λέξη υδροπονία.

Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε πορώδη αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα.

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

Γενικά, για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητο στη ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα άφθονο νερό που να έχει διαλυμένα τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στη σωστή τους αναλογία. Στη συμβατική καλλιέργεια εδάφους είναι δύσκολο να επιτευχθεί ο συνδυασμός αυτός. Στο φυσικό έδαφος, στις περισσότερες περιπτώσεις, όσο περισσότερο νερό υπάρχει, τόσο λιγότερο οξυγόνο μένει, και αντίθετα, με αποτέλεσμα πότε το ένα και πότε το άλλο να βρίσκεται σε έλλειψη. Στο έδαφος επίσης σημαντικό είναι και το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα του φυτού. Μπορεί να προστίθενται ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αλλά αυτά δεν είναι πάντα αμέσως διαθέσιμα στη ρίζα, γιατί δεσμεύονται στα συστατικά του εδάφους ή

δύσκολα μετακινούνται στην περιοχή της ρίζας. Με τις υδροπονικές καλλιέργειες τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση (σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται στερεό υπόστρωμα) υλικών με πολύ υψηλό πορώδες και χημικά αδρανών<sup>24</sup>.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 6.1 «Εγκέφαλος» λειτουργίας υδροπονικού συστήματος**

<sup>24</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 15 – 16.

Η υδροπονική καλλιέργεια, ιδιαίτερα όταν γίνεται (όπως συνήθως συμβαίνει) στο θερμοκήπιο, απαιτεί μεγαλύτερο βαθμό τεχνικής επιδεξιότητας και καλή γνώση των επιπτώσεων των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Γενικά, ενώ στο έδαφος στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχουν όλα τα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών και δεν ασχολείται ο καλλιεργητής με αυτά, στην περίπτωση των υδροπονικών καλλιεργειών όλα αυτά θα πρέπει να προστίθενται στο θρεπτικό διάλυμα όπως και όλα τα μακροστοιχεία. Το έδαφος παρέχει τη δυνατότητα στη ρίζα να αναπτυχθεί σε έκταση μεγάλη, κάτι που δε συμβαίνει στα υδροπονικά συστήματα. Στα υδροπονικά συστήματα όμως σχεδόν όλη η επιφάνεια της ρίζας καλύπτεται συνεχώς από θρεπτικό διάλυμα γι' αυτό σπάνια μπορεί να συμβεί έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, αν αυτά έχουν προστεθεί από τον καλλιεργητή. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές στα κλειστά συστήματα. Στο έδαφος υπάρχει η δυνατότητα αντιστάθμισης ορισμένων ακραίων ενεργειών (μεγάλη αδράνεια του συστήματος), όπως π.χ. η χρήση πολύ όξινου ή πολύ αλκαλικού διαλύματος, ενώ στην υδροπονική καλλιέργεια δεν παρουσιάζεται σημαντική αδράνεια στο περιβάλλον της ρίζας, με συνέπεια οποιαδήποτε λανθασμένη ενέργεια, π.χ. η χρησιμοποίηση πολύ όξινου ή πολύ αλκαλικού διαλύματος, να έχει άμεσο αρνητικό αποτέλεσμα στα φυτά.

Στα υδροπονικά συστήματα χρησιμοποιούνται πιο καθαρές μορφές λιπασμάτων, ώστε να είναι πλήρως υδατοδιαλυτά.

Οι περιποιήσεις επομένως των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά διαφέρουν από αυτές των φυτών που καλλιεργούνται στο έδαφος, ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της ρίζας.

Οι περιποιήσεις των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά, ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της κόμης, είναι ίδιες με αυτές των φυτών που καλλιεργούνται στο έδαφος, π.χ. κλάδεμα, γονιμοποίηση ανθέων, φυτοπροστασία της κόμης κ.λπ.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 16.

## **6.2 Αξιολόγηση Πλεονεκτημάτων και Μειονεκτημάτων σε Καλλιέργειες εκτός Εδάφους**

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται από κάθε αγρότη ή επιστήμονα που ενδιαφέρεται για την καλλιέργεια εκτός εδάφους αφορά στην χρησιμότητα και την αξία της ως μίας εναλλακτικής μεθόδου καλλιέργειας φυτών στο θερμοκήπιο. Στο καθοριστικής σημασίας αυτό ερώτημα γίνεται προσπάθεια να δοθεί σαφής και τεκμηριωμένη απάντηση στη συνέχεια, παραθέτοντας τόσο τα πλεονεκτήματα που παρέχει η καλλιέργεια εκτός εδάφους όσο και τα μειονεκτήματα που την συνοδεύουν, εκτιμώντας παράλληλα σε ποιο βαθμό αυτά τα τελευταία αντισταθμίζονται από τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση της εναλλακτικής αυτής μεθόδου καλλιέργειας. Με τον τρόπο αυτό πιστεύεται ότι καθίσταται ευκολότερο να κατανοήσει κανείς για ποιο λόγο και σε ποιες περιπτώσεις ένας καλλιεργητής θερμοκηπίου μπορεί να ωφεληθεί μεταπηδώντας στην υδροπονία<sup>26</sup>.

### **6.2.1. Πλεονεκτήματα των καλλιεργειών εκτός εδάφους**

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κ.λπ.). Γενικά η καλλιέργεια εκτός εδάφους θεωρείται σήμερα ως μία αξιόπιστη εναλλακτική λύση αντιμετώπισης των εδαφογενών ασθενειών στα θερμοκήπια, έναντι της απολύμανσης του εδάφους με χρήση τοξικών χημικών ουσιών, όπως το βρωμιούχο μεθύλιο. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, η χρήση βρωμιούχου μεθυλίου για απολύμανση του εδάφους των θερμοκηπίων έχει απαγορευθεί στις ανεπτυγμένες χώρες μετά το 2005 με προοπτική να απαγορευτεί πλήρως σε όλες τις χώρες μέχρι το 2015. Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι η ανάπτυξη των φυτών σε υπόστρωμα δεν αποτελεί εγγύηση μη εμφάνισης εδαφογενών ασθενειών σε

<sup>26</sup> Σάββας, 2012, σελ. 19.



όλη την διάρκεια της καλλιέργειας αλλά αυτό ισχύει και για τις καλλιέργειες στο έδαφος στις οποίες εφαρμοζόταν απολύμανση με βρωμιούχο μεθύλιο. Γενικά όμως, λόγω της σταθερής και συνεχούς απομόνωσης του ριζικού συστήματος των φυτών από το έδαφος η πιθανότητα εμφάνισης εδαφογενών ασθενειών στις καλλιέργειες εκτός εδάφους είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με αυτές που αναπτύσσονται στο έδαφος. Κατά συνέπεια, μειώνεται δραστικά και η εφαρμογή φυτοφαρμάκων με στόχο την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών. Όταν τα φυτά αναπτύσσονται εκτός εδάφους προβλήματα εδαφογενών ασθενειών μπορούν να εμφανισθούν στην πορεία της καλλιέργειας κυρίως όταν: α) δεν λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα αποτροπής της εισόδου παθογόνων στο θερμοκήπιο, β) η απομόνωση του υποστρώματος ή του θρεπτικού διαλύματος από το έδαφος του θερμοκηπίου δεν είναι πλήρης (όχι καλή κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου), ή γ) το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο. Η εφαρμογή προληπτικών μέτρων φυτοπροστασίας στο θερμοκήπιο σύμφωνα με τις αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παραγωγής μειώνει δραστικά την πιθανότητα εμφάνισης εδαφογενών ασθενειών στις καλλιέργειες εκτός εδάφους<sup>27</sup>.

2. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω της υπερντατικής τους εκμετάλλευσης και της μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαριά ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κ.λπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την εξυγίανση του προβληματικού εδάφους.
3. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στις περιπτώσεις εκείνες που το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1-1,5 dS/m). Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχούς αντιμετώπισης του

<sup>27</sup> Σάββας, 2012, σελ. 20 – 21.

προβλήματος. Πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι, όταν στο νερό άρδευσης υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα. Αντίθετα, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στα οποία εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα όταν η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ανόργανα άλατα είναι υψηλή και συνεπώς η υιοθέτησή τους σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται.

4. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό, η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά όμως η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι πλήρως καλυμμένο με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Συνεπώς, οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται.

Εκτός όμως από την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης της εξάτμισης νερού από το έδαφος, μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου. Γενικά, η διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους του θερμοκηπίου σε ικανοποιητικά επίπεδα τον χειμώνα είναι δαπανηρή γιατί απαιτεί την διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στον εναέριο χώρο ή (εναλλακτικά) την εγκατάσταση επιδαπέδιου ή υπόγειου συστήματος θέρμανσης του εδάφους. Στην υδροπονία αντίθετα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο των υποστρωμάτων ή των θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία μάλιστα είναι τοποθετημένα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια, η διατήρηση του απαιτούμενου επιπέδου θερμοκρασίας στον χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί και γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα. Εκτός αυτού, ακόμη και στην περίπτωση που η θερμοκρασία στην περιοχή του ριζοστρώματος κριθεί σκόπιμο να διατηρηθεί σε υψηλότερα επίπεδα από αυτά που επικρατούν στον εναέριο χώρο του θερμοκηπίου, αυτό στις υδροπονικές καλλιέργειες μπορεί να επιτευχθεί με πολύ χαμηλότερο κόστος, χάρις στον πολύ μικρότερο όγκο

του υποστρώματος ή του καθαρού θρεπτικού διαλύματος ανά φυτό σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο φυσικό έδαφος.

5. Έχει αποδειχθεί επανειλημμένα στην πράξη ότι η καλλιέργεια τόσο σε καλής ποιότητας υποστρώματα, όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT), προωμίζει σημαντικά την πρώτη συγκομιδή. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος των φυτών όταν αυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.
6. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Επιπλέον, όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Κατά συνέπεια, μία σειρά από μεταβλητές του εδάφους που επηρεάζουν την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. η μηχανική του σύσταση, η δομή του, η περιεκτικότητα του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα, κ.λπ. αλλά και άλλοι παράγοντες, όπως Π.χ. αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας, δεν ασκούν πλέον καμία επίδραση στην καλλιέργεια. Συνεπώς, η σχεδίαση ενός κατάλληλου σχήματος θρέψης των φυτών είναι πολύ πιο εύκολη στις καλλιέργειες εκτός εδάφους.
7. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κ.λπ.) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης. Αυτή η τελευταία δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν το θερμοκήπιο αξιοποιείται όλο τον χρόνο με περισσότερες από μία καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος (π.χ. διαδοχικές καλλιέργειες μαρουλιού, χρυσανθέμων, κ.λπ.).

8. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων στις υδροπονικές καλλιέργειες.
9. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, η αριστοποίηση της θρέψης αλλά και η αποφυγή μίας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη εκτεθεί πιο πάνω δίνουν την δυνατότητα παραγωγής λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών καλύτερης ποιότητας.
10. Ένα άλλο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι οι αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών.
11. Τέλος, τελευταίο πλεονέκτημα της υδροπονίας στη σειρά αναφοράς αλλά όχι και σε σπουδαιότητα είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος, όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Όταν το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο διατρέφεται η καλλιέργεια ανακυκλώνεται συνεχώς, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται πλήρως από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν υπολείμματα αυτών προς το περιβάλλον και το επιβαρύνουν. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές στις οποίες το πόσιμο νερό είναι επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος με συνέπεια να ρυπαίνεται εύκολα όταν μέρος των λιπασμάτων ξεπλένεται και απομακρύνεται από το ανώτερο στρώμα του εδάφους. Σε τέτοιες περιπτώσεις δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα κυρίως με τα αζωτούχα λιπάσματα τα οποία είτε είναι, είτε μετατρέπονται στο έδαφος σε νιτρικά άλατα. Ένα μέρος των νιτρικών αλάτων, τα οποία είναι στο σύνολό τους διαλυμένα στο εδαφικό διάλυμα, δεν αξιοποιείται από τα φυτά αλλά εκπλύνεται μέσω του νερού των ποτισμάτων και των βροχών και κινείται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Η έκπλυση των νιτρικών αυξάνει την περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά σε επίπεδα που υπερβαίνουν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια με συνέπεια να δημιουργούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, η καλλιέργεια σε κλειστά υδροπονικά συστήματα συνιστά το μόνο

τρόπο αποτελεσματικής προστασίας του πόσιμου νερού χωρίς να καθίσταται αναγκαία η εφαρμογή περιορισμών στην καλλιέργεια φυτών που απαιτούν εντατική λίπανση, όπως είναι οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες<sup>28</sup>.

#### 6.2.2 Μειονεκτήματα των καλλιεργειών εκτός εδάφους

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος για μία καλλιέργεια που λαμβάνει χώρα στο έδαφος. Το κόστος αυτό συνίσταται κυρίως στην δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείται υπόστρωμα).
2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκειμένη περίπτωση πρόκειται για μία ιδιότητα της υδροπονίας (την ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος) η οποία αποτελεί και πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο αποτέλεσμα) αλλά συγχρόνως και μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς).
3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο-γεωπόνο η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.
4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον

<sup>28</sup> Σάββας, 2012, σελ. 21 – 25.

προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός. Άλλωστε η έγκαιρη εφαρμογή υποχλωριώδους νατρίου ή κάποιου κατάλληλου φυτοφαρμάκου μέσω του θρεπτικού διαλύματος αμέσως μόλις διαγνωσθεί ασθένεια έστω και σε ένα φυτό συνήθως μειώνει ακόμη περισσότερο τις πιθανότητες μιας εκτεταμένης προσβολής μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Εντούτοις, ο κίνδυνος αυτός δεν πρέπει να αγνοείται και για αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα το διάλυμα που συλλέγεται από την απορροή απολυμαίνεται πριν ανακυκλωθεί.

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της υδρολίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, οι ποσότητες που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές ενώ το κόστος των λιπασμάτων ιχνοστοιχείων είναι χαμηλό, με εξαίρεση τον χηλικό σίδηρο. Επίσης οι χορηγούμενες στην υδροπονία ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου σε γενικές γραμμές δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ποσότητες που απαιτούνται για μία καλλιέργεια εδάφους, δεδομένου ότι και στις δύο περιπτώσεις ισχύει η γενική αρχή ότι οι χορηγούμενες ποσότητες θα πρέπει να ισούνται με το ύψος της κατανάλωσης από τα φυτά συν τις απώλειες μέσω έκπλυσης, ακινητοποίησης, κ.λπ. Επομένως, στην πραγματικότητα οι μόνες ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες αποκλειστικά και μόνο στις υδροπονικές καλλιέργειες, ενώ στο έδαφος εξοικονομούνται, είναι αυτές που αφορούν τα λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιαλυτό νιτρικό ασβέστιο) καθώς και τα σχετικά υψηλού κόστους χηλικά λιπάσματα σιδήρου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι πραγματικό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνο σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο θρεπτικό διάλυμα είναι σημαντικά περισσότερο από τις πραγματικές αρδευτικές ανάγκες της

καλλιέργειας. Συνεπώς το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας<sup>29</sup>.

### 6.3 Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιεργειών

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 γι' αυτό το σκοπό οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορεί να ταξινομηθούν σε διάφορα συστήματα και μεθόδους. Σε εμπορική κλίμακα, σ' όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούνται πάρα πολλές μέθοδοι, οι οποίες μπορεί να ταξινομηθούν σε 6 κύριες κατηγορίες όπως στον πίνακα 6.1.

**Πίνακας 6.1 Ταξινόμηση των μεθόδων υδροπονικών καλλιεργειών**

Υπόστρωμα καλλιέργειας	Κατηγορία	Μέθοδος
Χωρίς στερεό υπόστρωμα	* Καλλιέργεια σε ρέον θρεπτικό διάλυμα	N.F.T., N.G.S.
	* Καλλιέργεια σε ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα	Αεροπονίας
Ανόργανο αδρανές υπόστρωμα	* Καλλιέργεια σε φυσικά αδρανή υλικά.	Άμμου, κροκάλων, ελαφρόπετρας, βερμικουλίτη κ.ά.
	* Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά	Περλίτη, ορυκτοβάμβακα, διογκωμένης αργίλου κ.ά.
Οργανικό υπόστρωμα	* Καλλιέργεια σε φυσικά οργανικά υποστρώματα.	Τύρφης, ινών καρύδας, φλοιών δένδρων, λεπύρων ρυζιού κ.ά.
	* Καλλιέργεια σε διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά.	Πολυουρεθάνης, ουριοφορμαλδεύδης, πολυστερίνης κ.ά.

Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 2006

Σε όλες τις μεθόδους υδροπονικών καλλιεργειών το νερό και τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (λιπάσματα) τροφοδοτούνται μαζί στη ρίζα των φυτών. Το διάλυμα νερού και ανόργανων θρεπτικών στοιχείων είναι το θρεπτικό διάλυμα.

Για τη διάθεση του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά χρησιμοποιούνται δύο τρόποι:

<sup>29</sup> Σάββας, 2012, σελ. 25 – 26.

α) με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή κλειστά συστήματα, όπως ονομάζονται τα συστήματα στα οποία εφαρμόζεται αυτός ο τρόπος διάθεσης, και

β) χωρίς ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή ανοικτά συστήματα<sup>30</sup>.

### 6.3.1 Καλλιέργεια σε ορυκτοβάμβακα (ή Rockwool Culture)

Ο ορυκτοβάμβακας είναι διογκωμένο ανόργανο υλικό. Η συνήθης χημική σύνθεση του ορυκτοβάμβακα είναι:

SiO 47%, CaO 16%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14%, MgO 10%, FeO 8%, Na<sub>2</sub>O 2%, TiO 1%, MnO 1%, K<sub>2</sub>O 1%.

Η καλλιέργεια γίνεται σε πλάκες μήκους 0,8 -1,2m με διάφορα πλάτη και πάχη, ανάλογα με τη διάρκεια ζωής της καλλιέργειας και το ρυθμό διαπνοής του φυτού. Η καλλιέργεια σε ορυκτοβάμβακα μπορεί να γίνει με το κλειστό σύστημα ή με το ανοιχτό σύστημα.

Ο ορυκτοβάμβακας χρησιμοποιείται για 1 έως 3 χρόνια και μετά πρέπει να ανακυκλώνεται. Αν δεν είναι δυνατή η ανακύκλωσή του, απορρίπτεται σε βάθος μέσα στο έδαφος και καλύπτεται με παχύ στρώμα χώματος<sup>31</sup>.

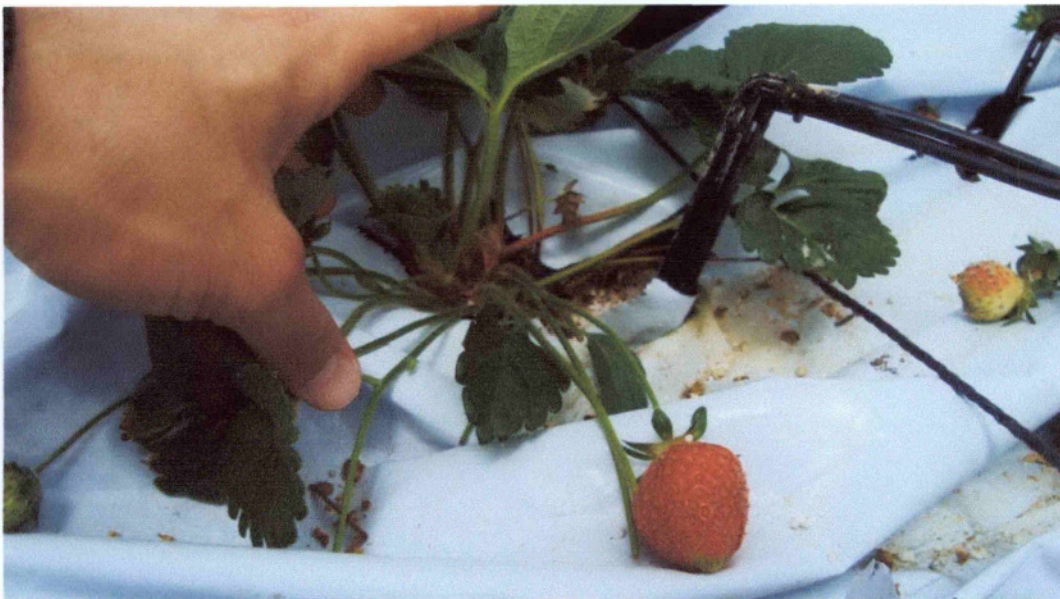
### 6.3.2 Καλλιέργεια σε σάκους με περλίτη

Ο περλίτης είναι ορυκτό, αργιλοπηριτικό, ηφαιστειογενούς προέλευσης, με 3-4% κρυσταλλικό νερό. Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διογκωμένοι κόκκοι διαμέτρου 1,5 έως 3 χιλιοστά. Το βάρος του είναι 94-128 Kgr/m<sup>3</sup> και μπορεί να συγκρατήσει 3πλάσιο ή 4πλάσιο νερό σε σχέση με το βάρος του. Το pH στην αρχή είναι 6,5-7,5, δεν έχει σημαντική ρυθμιστική ούτε και εναλλακτική ικανότητα ιόντων και δεν περιέχει άλατα.

<sup>30</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 123 – 124.

<sup>31</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 126 – 127.





*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 6. 2 Καλλιέργεια φράουλας σε περλίτη**

Ο ορυκτοβάμβακας και ο περλίτης, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που υφίστανται κατά την παρασκευή τους, θεωρούνται αποστειρωμένα υλικά (απαλλαγμένα μικροοργανισμών). Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όμως, ώστε να μη μολύνονται με έδαφος κατά τους χειρισμούς της τοποθέτησής τους στο χώρο καλλιέργειας.

Η διαμόρφωση της καλλιέργειας μπορεί να γίνει όπως στον ορυκτοβάμβακα. Και σ' αυτή τη μέθοδο η καλλιέργεια μπορεί να γίνει με ανακύκλωση του διαλύματος ή χωρίς ανακύκλωση<sup>32</sup>.

### **6.3.3 Καλλιέργεια σε ίνες καρύδας**

Είναι οργανικό υλικό, υποπροϊόν που προέρχεται από τους καρπούς της καρύδας. Το υπόστρωμα παρουσιάζει σταθερότητα και πολύ ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη της ρίζας.

<sup>32</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 128 – 129.

Είναι υλικό με υψηλό πορώδες 95-97% και χαμηλή πυκνότητα 82 kg/m<sup>3</sup>. Το pH κυμαίνεται μεταξύ 5 έως 6 και έχει μέση ως υψηλή ρυθμιστική και εναλλακτική ικανότητα (39-69 meq/100g). Έχει επίσης υψηλή υδατοϊκανότητα.

Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα για να αντικαταστήσει την τύρφη. Η καλλιέργεια γίνεται σε σάκους ή σε δοχεία, όπως και στην περίπτωση της τύρφης.

Στην αγορά υπάρχουν προϊόντα λιγότερο ή περισσότερο ζυμωμένα που προσφέρουν περισσότερο ή λιγότερο αερισμό στην περιοχή της ρίζας, ανάλογα με τις απαιτήσεις των διαφόρων καλλιεργειών<sup>33</sup>.

#### **6.3.4. Σύστημα επίπλευσης (Floating system)**

Στις καλλιέργειες σε συστήματα επίπλευσης, τα φυτά τοποθετούνται πάνω σε πλάκες από πολύ ελαφρύ υλικό (κατά κανόνα πρόκειται για πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης), οι οποίες φέρουν οπές κατάλληλου μεγέθους σε προκαθορισμένες αποστάσεις. Μέσω αυτών των οπών διέρχονται οι ρίζες των φυτών, οι οποίες αναπτύσσονται κάτω από τις πλάκες, ενώ το υπέργειο μέρος των φυτών βρίσκεται πάνω από τις πλάκες. Οι πλάκες τοποθετούνται πάνω σε θρεπτικό διάλυμα που περιέχεται μέσα σε ειδικές λεκάνες καλλιέργειας και παραμένουν εκεί ως επιπλέουσες λόγω του πολύ μικρού ειδικού βάρους τους. Το πάχος τους βέβαια πρέπει να είναι επαρκές, ώστε η μερική βύθισή τους να δημιουργεί αρκετή άνωση για να αντισταθμίζεται το βάρος των φυτών που φέρονται πάνω τους.

---

<sup>33</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 136 – 137.



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

**Εικόνα 6.3 Καλλιέργεια φράουλας σε σύστημα επίπλευσης**

Η χρήση των επιπλευσών πλακών λύνει το πρόβλημα της τοποθέτησης και στήριξης των φυτών πάνω από το στάσιμο θρεπτικό διάλυμα το οποίο παρουσίαζε το σύστημα καλλιέργειας που αναπτύχθηκε αρχικά από τον Gericke. Επιπλέον, οι επιπλέουσες πλάκες λειτουργούν και ως κυλιόμενοι ιμάντες μέσω των οποίων μετακινούνται εύκολα και γρήγορα τα φυτά τόσο κατά την φύτευση όσο και κατά την συγκομιδή τους. Το σύστημα επίπλευσης θεωρητικά μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε είδους λαχανοκομικό ή ανθοκομικό φυτό θερμοκηπίου. Στην πράξη όμως, για πρακτικούς λόγους, το σύστημα επίπλευσης εφαρμόζεται κυρίως για μικρής καλλιεργητικής διάρκειας και μικρού μεγέθους φυτά τα οποία συγκομίζονται εφάπαξ, όπως π.χ. το μαρούλι. Επιπλέον, το σύστημα επίπλευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σπορεία για παραγωγή σποροφύτων λαχανοκομικών και ανθοκομικών φυτών, καθώς και άλλων καλλιεργούμενων φυτών όπως ο καπνός.

Οι λεκάνες (δεξαμενές) καλλιέργειας φυτών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα επίπλευσης έχουν μήκος και πλάτος που κυμαίνονται, ανάλογα με τις διαστάσεις του θερμοκηπίου και ωφέλιμο ύψος τουλάχιστον 25 - 30 cm<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Σάββας, 2012, σελ. 203.

### 6.3.5 Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

Η καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος είναι γνωστή διεθνώς με το ακρόνυμο NFT το οποίο προέρχεται από τα αρχικά του Αγγλικού όρου Nutrient Film Technique.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 6.4 Σύστημα καλλιέργειας σε NFT**

Το NFT είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως ρέει συνεχώς, σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα σύστημα καλλιέργειας σε λεκάνες γεμισμένες με στάσιμο θρεπτικό διάλυμα. Για να επιτυγχάνεται καλή οξυγόνωση του ριζικού συστήματος, το βάθος του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος μέσα στα κανάλια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2-4 mm<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> Σάββας, 2012, σελ. 207.

### 6.3.6 Αεροπονία

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας και ειδικότερα των συστημάτων καλλιέργειας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς την χρήση υπ στρώματος.



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

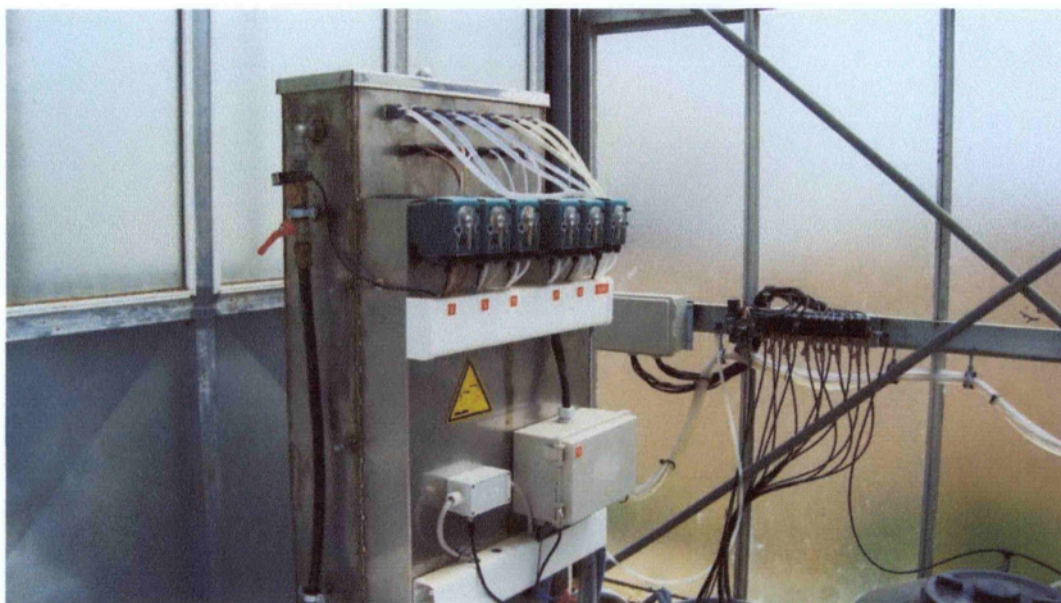
**Εικόνα 6.5 Σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας**

Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσιο πάνω στο ριζικό σύστημα που αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή επιμήκεις σωλήνες (στο εξής θα αποκαλούνται φυτοδοχεία), έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού τού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Τα φυτοδοχεία μέσα στα οποία αναπτύσσονται οι γυμνές ρίζες, είναι τελείως κλειστά από πάνω αλλά θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα να ανοίγουν όταν χρειάζεται. Στο ανώτερο τμήμα των φυτοδοχείων ανοίγονται τρύπες μέσα από τις οποίες διέρχονται οι ρίζες ώστε να αιωρούνται στο εσωτερικό τους, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκεται εκτός. Ο λαιμός του φυτού μπορεί να στερεώνεται χαλαρά με ένα σπογγώδες υλικό στην τρύπα

εισόδου της ρίζας στο φυτοδοχείο. Εναλλακτικά, τα φυτά μπορούν να στερεώνονται μέσω τοποθέτησης σε μικρό πλαστικό γλαστρίδιο με διάτρητο πυθμένα<sup>36</sup>.

#### 6.4 Θρεπτικά Διαλύματα

Υπάρχουν πολλά λιπάσματα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή των μητρικών διαλυμάτων. Η επιλογή τους βασίζεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά του λιπάσματος (διαλυτότητα, καθαρότητα κλπ.), καθώς και στο κόστος τους.



*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 6.6 Σύστημα μίξης θρεπτικών διαλυμάτων**

Ο πίνακας 6.2 περιλαμβάνει τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων. Δίδονται επίσης η χημική σύνθεση και το μοριακό βάρος.

<sup>36</sup> Σάββας, 2012, σελ. 218.

**Πίνακας 6.2 Λιπάσματα**  
**χρησιμοποιούμενα για την σύνθεση θρεπτικού διαλύματος**

Λίπασμα	Χημική σύνθεση	% Θρεπτικό στοιχείο	Μοριακό βάρος	Διαλυτότητα g/l στους 20°C
Νιτρικό οξύ 100%	HNO <sub>3</sub>	22 N	63.0	-
Φωσφορικό οξύ acid 100%	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	32 P	98.0	-
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	15.5 N, 19 Ca	(181.0)	1464
Νιτρικό κάλι	K NO <sub>3</sub>	13 N, 38 K	101.1	750
Νιτρική αμμωνία	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	35 N	80.0	1920
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	11 N, 9 Mg	256.3	524
Φωσφορικό μονοκάλιο	K H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	23 P, 28 K	136.1	756
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	27 P, 12 N	115.0	2423
Θειικό κάλι	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	45 K, 18 S	174.3	111
Μαγνησία	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	10 Mg, 13 S	246.3	308
Θειικό μαγγάνιο	MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	32 Mn	169.0	630
Θειικός ψευδαργύρος	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	23 Zn	287.5	514
Βοράκας	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O	11 B	381.2	27
Οκταβαρικό Νάτριο	Na <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> · 4H <sub>2</sub> O	20.5 B	412.4	50
Θειικός χαλκός	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	25 Cu	249.7	207
Μολυβδαινικό αμμώνιο	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	58 Mo	1163.3	520
Μολυβδαινικό Νάτριο	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	40 Mo	241.9	630
Χηλικός σίδηρος Fe-Lo	Fe-EDTA	13 Fe	(430.0)	-
Χηλικός σίδηρος 330 Fe	Fe-DTPA	9 Fe	(621.0)	-
Χηλικός σίδηρος Fe-DP	Fe-DTPA	7 Fe	(799.0)	-
Χηλικός σίδηρος - Hi	Fe-DTPA	6 Fe	(932.0)	-
Χηλικός σίδηρος 138 Fe	Fe-EDDHA	5 Fe	(1118.0)	-
Διασπαρακικό κάλι	K H CO <sub>3</sub>	39 K	100.1	-
Υδροξείδιο του ασβεστίου	Ca (OH) <sub>2</sub>	54 Ca	74.1	-

Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 2006

Ο χηλικός σίδηρος συνήθως περιέχει και ακαθαρσίες.

Το νιτρικό ασβέστιο περιέχει κρυσταλλικό νερό και νιτρική αμμωνία, η ακριβής μοριακή μορφή είναι:



Το μοριακό βάρος επομένως είναι 1080.5 και 1 mol νιτρικού ασβεστίου είναι χημικά ισοδύναμο με 5 mol Ca<sup>++</sup>, 11 mol NO<sub>3</sub><sup>-</sup> και 1 mol NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Για να αποφευχθούν πολύπλοκοι υπολογισμοί, γράφεται ως Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> και το μοριακό βάρος υπολογίζεται με βάση την περιεκτικότητα σε άζωτο. Στην πράξη με το λίπασμα αυτό μια μικρή ποσότητα αζώτου δίδεται με τη μορφή αμμωνίας αντί νιτρικών και δίδεται λίγο

λιγότερο ασβέστιο. Αυτή η απόκλιση είναι πολύ μικρή και γίνεται αποδεκτή για πρακτικούς λόγους.

Το οξύ περιέχει συνήθως μεγάλες ποσότητες νερού που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Το μοριακό βάρος, του χηλικού σιδήρου, νιτρικού ασβεστίου και των οξέων 37% παρουσιάζεται κατ' εκτίμηση.

Τα ατομικά βάρη που ενδιαφέρουν για τους υπολογισμούς και αναφέρονται στον πίνακα 6.3 προέκυψαν από το διεθνή πίνακα ατομικών βαρών στρογγυλοποιημένα στο ένα δεκαδικό ψηφίο. Η στρογγυλοποίηση αυτή δεν μειώνει σημαντικά την ακρίβεια των υπολογισμών μας<sup>37</sup>.

**Πίνακας 6.3 Χημικά σύμβολα και ατομικά βάρη των στοιχείων**

Στοιχείο	Χημικό σύμβολο	Ατομικό βάρος
Υδρογόνο	H	1
Βόριο	B	10,8
Ανθρακας	C	12
Αζωτο	N	14
Οξυγόνο	O	16
Φθόριο	F	19
Νάτριο	Na	23
Μαγνήσιο	Mg	24,3
Φωσφόρο	P	31
Θείο	S	32,1
Χλώριο	Cl	35,5
Κάλιο	K	39,1
Ασβέστιο	Ca	40,1
Μαγγάνιο	Mn	54,9
Σίδηρος	Fe	55,9
Χαλκός	Cu	63,6
Ψευδράργυρος	Zn	65,4
Βρώμιο	Br	79,9
Μολυβδένιο	Mo	95,9

Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 1994

<sup>37</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 1994, σελ. 79 – 81.



## 6.5 Απολύμανση του Νερού

Νερό από ανακύκλωση, από λάκκους και λίμνες, από κανάλια, από δεξαμενές, βρόχινο νερό που συλλέγεται από την οροφή του θερμοκηπίου μπορεί να είναι μολυσμένο από μικροοργανισμούς επιζήμιους για τα φυτά. Η χρήση μυκητοκτόνων για την απολύμανση του νερού δεν είναι η ενδεδειγμένη, γιατί απαιτούνται μεγάλες ποσότητες και γιατί σε μικρές συγκεντρώσεις τα μυκητοκτόνα δημιουργούν ανθεκτικές φυλές μυκήτων.

Το βρόχινο νερό, ενώ είναι άριστης ποιότητας για τις υδροπονικές καλλιέργειες, όταν συλλέγεται από την οροφή του θερμοκηπίου ή από το έδαφος, έχει αυξημένες πιθανότητες να έχει μολυνθεί από επιζήμιους μικροοργανισμούς όπως *Pythium* and *Fusarium*.

Τα σπόρια των επιζήμιων μυκήτων είναι πολύ μικρά, της τάξεως 10-30 μικρών του μέτρου (μm) και είναι αδύνατο να τα αντιληφθεί κάποιος με γυμνό οφθαλμό. Νερό που μαζεύεται από επιφάνειες, όπως η οροφή του θερμοκηπίου, καθώς και αποθηκευμένα νερά σε ανοιχτές δεξαμενές, ενώ είναι διάφανα, συνήθως βρίθουν από σπόρια των μυκήτων *Pythium* and *Fusarium*.

Η χρήση του νερού αυτού συχνά δημιουργεί μολύνσεις στα φυτά, και όταν τα συμπτώματα της προσβολής γίνουν ορατά, είναι πλέον αργά να δράσει κανείς, γιατί το μόλυσμα έχει διασπαρθεί σε μεγάλη κλίμακα. Η πρόληψη είναι ο καταλληλότερος τρόπος αντιμετώπισης<sup>38</sup>.

### 6.5.1 Όζον

Το όζον (O<sub>3</sub>) χρησιμοποιείται ευρέως στην απολύμανση του πόσιμου νερού. Είναι αέριο, άχρωμο και έχει μεγάλη διαβρωτική και τοξική δράση.

Το όζον αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και γι' αυτό είναι πολύ ασταθές και γρήγορα μετατρέπεται σε αέριο οξυγόνο και ελεύθερη ρίζα οξυγόνου. Αυτό το

<sup>38</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 217 – 218.

ελεύθερο οξυγόνο είναι πολύ δραστικό και οξειδώνει τα οργανικά σωματίδια που βρίσκονται στο νερό. Οξειδώνει οργανικά μόρια, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και χουμικά οξέα, ξεχωρίζοντας τους άνθρακες στο διπλό δεσμό. Έτσι, δρώντας στα υλικά της δομής τους, το όζον είναι πολύ αποτελεσματικό εναντίον των μυκήτων, βακτηρίων και ιών.

Το όζον, συγκριτικά με τη χλωρίωση, έχει 10 φορές μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Δεν αφήνει χημικά υπολείμματα στο νερό, καθιστώντας το έτσι περιβαλλοντικά ασφαλές.

Το όζον δεν έχει υπολειμματική δράση, γι' αυτό, όταν πρόκειται να παραμείνει το νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ανοιχτό δοχείο πριν χρησιμοποιηθεί, συχνά ακολουθεί και ελαφρά χλωρίωση, για να αποφευχθούν επαναμολύνσεις.

Επειδή το όζον είναι ένα ασταθές μόριο, πρέπει να παράγεται επί τόπου. Η παραγωγή όζοντος είναι μια ενδοθερμική αντίδραση και απαιτεί μεγάλη ποσότητα ενέργειας (8-17 kW / hr kg O<sub>3</sub>). Οι περισσότερες συσκευές παραγωγής όζοντος χρησιμοποιούν τη διαδικασία που είναι γνωστή ως κορόνα, που είναι το πέρασμα ενός αερίου που περιέχει οξυγόνο από δυο ηλεκτρόδια που χωρίζονται από μη αγώγιμο κενό. Η εφαρμογή διαφοράς τάσης στα ηλεκτρόδια δημιουργεί ροή ηλεκτρονίων μέσω του κενού και αυτό χωρισμό των μορίων του οξυγόνου, οδηγώντας στο σχηματισμό όζοντος, σχεδόν όπως συμβαίνει, όταν έχει αστραπές στον ουρανό. Το αέριο όζον μεταφέρεται στο νερό του ποτίσματος μέσω ενός εγχυτήρα, ο οποίος βασιζόμενος στο φαινόμενο Venturi παρέχει όζον στο νερό.

Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο του νερού απαιτεί μεγάλη ποσότητα όζοντος για αποτελεσματική δράση, γι' αυτό το φιλτράρισμα του νερού βελτιώνει την αποτελεσματικότητα.

Το όζον οξειδώνει το σίδηρο, το μαγγάνιο και σουλφίδια και μπορεί να αντιδράσει με μερικά λιπάσματα. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το όζον είναι τοξικό για τον άνθρωπο και γενικά για τους έμβιους οργανισμούς και πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα

ασφάλειας για να μην υπάρξουν διαρροές και να προστατεύονται οι εργαζόμενοι στο θερμοκήπιο<sup>39</sup>.

### 6.5.2 Χλωρίωση

Η χλωρίωση του πόσιμου νερού εφαρμόζεται από το 1908, με αποτέλεσμα τον περιορισμό του τυφοειδούς πυρετού και άλλων ασθενειών που συνήθως μεταδίδονται με το νερό.

Ο μηχανισμός της δράσης του χλωρίου στην καταστροφή των μυκήτων και βακτηρίων δεν είναι πλήρως κατανοητή. Εικάζεται ότι το χλώριο, σε μορφή υποχλωρίου και υποχλωριώδους οξέος, αντιδρά με τα κύτταρα των μυκήτων και βακτηρίων και καταστρέφει τον οργανισμό τους.

Το χλώριο για το νερό άρδευσης διατίθεται σε τρεις μορφές:

1. Αέριο χλώριο με την ακόλουθη αντίδραση στο νερό:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$ . Είναι η φθηνότερη μορφή, αποθηκεύεται καλά και διαμοιράζεται σχετικά με ακρίβεια. Λόγω όμως της διαβρωτικότητάς του και της επικινδυνότητάς του για τους ανθρώπους που το χρησιμοποιούν, απαιτούνται πολλά μέτρα προστασίας.
2. Υποχλωριώδες νάτριο με την ακόλουθη αντίδραση:  $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{HOCl}$ . Υγρή χλωρίνη χρησιμοποιείται περισσότερο για την απολύμανση των εργαλείων, τραπεζιών, δοχείων κλπ
3. Υποχλωριώδες ασβέστιο με την ακόλουθη αντίδραση στο νερό:  $\text{Ca(OCl)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HOCl}$ . Είναι ένα αποτελεσματικό προϊόν για την απολύμανση του νερού. Βρίσκεται σε μορφή ταμπλέτων ή κόκκων με περιεκτικότητα κατ' ελάχιστο 65% διαθέσιμο χλώριο<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 218 – 219.

<sup>40</sup> Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 219 – 220.

## 6.6 Καλλιέργεια Φράουλας σε Υδροπονικό Σύστημα

Στα συστήματα καλλιέργειας της φράουλας εκτός εδάφους τα φυτά μπορούν να τοποθετούνται πάνω σε πάγκους ή υπερυψωμένα κανάλια, με συνέπεια να διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες και να μειώνονται τα εργατικά. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της καλλιέργειας της φράουλας σε πάγκους ή υπερυψωμένα κανάλια είναι η παραγωγή καρπών υψηλότερης ποιότητας λόγω της απουσίας επαφής τους με το έδαφος και την εδαφική υγρασία, καθώς και του καλύτερου αερισμού τους. Οι συνθήκες αυτές επιτρέπουν την παραγωγή καρπών που είναι απαλλαγμένοι από χώματα και άλλους ρύπους και προσβάλλονται σε μικρότερο βαθμό από προσυλλεκτικές ή μετασυλλεκτικές σήψεις οφειλόμενες σε βοτρυτή ή άλλους μικροοργανισμούς.

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 (συνήθως πετροβάμβακας, περλίτης, ελαφρόπετρα ή κόκος). Φύτευση της φράουλας σε κανάλια, υπερυψωμένα ή μη, γίνεται και όταν εφαρμόζεται υδροκαλλιέργεια με επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, όπως π.χ. σε συστήματα NFT. Λόγω του μικρού μεγέθους της, η φράουλα μπορεί να καλλιεργηθεί επιτυχώς σε αεροπονικά συστήματα, καθώς και σε συστήματα επίπλευσης. Η φύτευση της φράουλας μπορεί να γίνεται σε απλές, διπλές ή πολλαπλές γραμμές. Η τοποθέτηση των φυτών σε διπλές ή πολλαπλές γραμμές επιτρέπει την εφαρμογή υψηλότερης πυκνότητας φύτευσης και προτιμάται γιατί δίνει υψηλότερη παραγωγή. Η πυκνότητα φύτευσης της φράουλας κυμαίνεται γύρω στα 10 φυτά / m<sup>2</sup> όταν τα φυτά είναι τοποθετημένα στο ίδιο επίπεδο, ενώ η εφαρμογή συστημάτων κάθετης καλλιέργειας ή κεκλιμένων επιπέδων επιτρέπει πυκνότητες που φτάνουν τα 24 φυτά / m<sup>2</sup> ή και μεγαλύτερες<sup>41</sup>.

<sup>41</sup> Σάββας, 2012, σελ. 475 – 476.

### 6.6.1 Λίπανση και θρέψη

Η φράουλα είναι ένα ευαίσθητο φυτό στην αλατότητα. Επιπλέον, η φράουλα δεν φαίνεται να αντιδρά με αύξηση της παραγωγής όταν αυξάνεται η παροχή αζώτου στο εύρος από 7,5 - 15 mmol L<sup>-1</sup>. Συνεπώς, η φράουλα δεν χρειάζεται υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα όταν καλλιεργείται εκτός εδάφους. Μία ηλεκτρική αγωγιμότητα ίση με 1,7 dS m<sup>-1</sup> στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας είναι αρκετή για την φράουλα, εφόσον διατηρεί την EC σε επίπεδα γύρω στα 2 dS m<sup>-1</sup> στο θρεπτικό διάλυμα ριζοστρώματος.

Στα φυτά φράουλας το Ca συσσωρεύεται κυρίως στα φύλλα, ενώ οι καρποί περιέχουν πολύ λίγο ασβέστιο. Αντίθετα από το Ca, το K και το N περιέχονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους καρπούς, ενώ το Mg περιέχεται σε ίδιες συγκεντρώσεις τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς. Γενικά οι συγκεντρώσεις των μακροκατιόντων είναι σχετικά χαμηλές στα φύλλα της φράουλας. Οι συγκεντρώσεις K, Ca και Mg ίσες με 19,4, 8,4 και 4,2 mg g<sup>-1</sup> ξηρής ουσίας αντίστοιχα στα φύλλα της φράουλας, οι οποίες δίνουν γραμμομοριακή αναλογία K:Ca:Mg ίση με 0,56:0,24:0,20. Όσον αφορά τους καρπούς της φράουλας, οι συγκεντρώσεις K, Ca και Mg ίσες με 34,9, 3,6 και 4,4 mg g<sup>-1</sup> ξηρής ουσίας αντίστοιχα, από τις οποίες υπολογίζεται μία γραμμομοριακή αναλογία K:Ca:Mg ίση με 0,76:0,08:0,16. Όσον αφορά την γραμμομοριακή αναλογία N:K, ενδεικτικά αναφέρεται ότι αυτή βρέθηκε ίση με 2,85 στα φύλλα και 1,85 στους καρπούς. Οι παραπάνω διαφορές στις συγκεντρώσεις και αναλογίες θρεπτικών στοιχείων μεταξύ φύλλων και καρπών αντικατοπτρίζονται και στις συνθέσεις των θρεπτικών διαλυμάτων που χορηγούνται στην φράουλα κατά το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης και το στάδιο της καρποφορίας. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.4, η συγκέντρωση ασβεστίου είναι αυξημένη κατά το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης της φράουλας αλλά μειώνεται στο στάδιο της καρποφορίας, ενώ ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει με το K και σε μικρότερο βαθμό με το N. Τέλος, η συγκέντρωση Mg στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει επίσης να μειώνεται κατά την μετάβαση των φυτών από τη βλαστική φάση ανάπτυξης στο στάδιο της καρποφορίας.

Η παροχή μέρους του αζώτου σε αμμωνιακή μορφή δίνει υψηλότερη παραγωγή στις καλλιέργειες φράουλας εκτός εδάφους. Η αύξηση του αμμωνιακού αζώτου σε ποσοστό μέχρι 20% του συνολικού N στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας αυξάνει σημαντικά την παραγωγή της φράουλας στις καλλιέργειες εκτός εδάφους. Μεγαλύτερη αύξηση της παροχής  $\text{NH}_4\text{-N}$  σε ποσοστό μέχρι 30% του συνολικού N όμως οδηγεί σε σημαντική μείωση της παραγωγής. Είναι σημαντικό επίσης να αναφερθεί ότι το  $\text{NH}_4\text{-N}$  μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα στη φράουλα όταν η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας είναι ψηλότερη από  $28^\circ\text{C}$ . Γι' αυτό, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, η παροχή  $\text{NH}_4\text{-N}$  πρέπει να διατηρείται σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα από το 20% του συνολικού αζώτου.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η φράουλα επωφελείται από την παροχή πυριτίου μέσω του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας. Κατ' αρχήν, η παροχή Si αυξάνει την γονιμότητα της γύρης της φράουλας και συνεπώς και την καρπόδεση, με συνέπεια να οδηγεί σε υψηλότερη παραγωγή. Επιπλέον, η παροχή Si στη φράουλα μέσω του θρεπτικού διαλύματος μειώνει σημαντικά τις προσβολές από ωίδιο. Από την άλλη πλευρά όμως, έχει αναφερθεί ότι η χορήγηση Si στο θρεπτικό διάλυμα σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα  $0,55 \text{ mmol L}^{-1}$  (σε μορφή  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) μπορούν να αυξήσουν την συχνότητα εμφάνισης καρπών με αλμπινισμό (καρποί λευκού χρώματος). Για να αποφευχθεί αυτή η παρενέργεια, η συγκέντρωση Si στα θρεπτικά διαλύματα που παρέχονται στη φράουλα συνιστάται να μην υπερβαίνει το επίπεδο των  $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ <sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Σάββας, 2012, σελ. 476 – 478

Πίνακας 6.4 Συνιστώμενες συνθέσεις

Επιθυμητά χαρακτηριστικά	Διαβροχή υποστρώ- ματος	Βλαστικό στάδιο			Στάδιο καρποφορίας		
		Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.	Δ.Τ.	Σ.Α.	Δ.Ρ.
EC	1,90	1,90	1,75	2,00	1,80	1,65	2,20
pH	5,60	5,60	-	5,60-6,50	5,60	-	5,60-6,50
[K <sup>+</sup> ]	4,60	4,70	5,00	4,40	5,20	5,70	4,80
[Ca <sup>2+</sup> ]	3,85	3,60	2,90	4,70	3,20	2,40	5,00
[Mg <sup>2+</sup> ]	1,60	1,50	1,20	2,10	1,30	1,00	2,10
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	0,70	1,30	1,50	<0,50	1,00	1,20	<0,50
[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	1,70	1,20	1,10	2,00	1,25	1,00	2,10
[NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	11,30	12,10	10,75	12,30	11,00	10,00	13,00
[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ]	1,00	1,20	1,25	1,00	1,20	1,20	1,10
[Fe]	30,00	20,00	15,00	30,00	20,00	12,00	35,00
[Mn]	10,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	7,00
[Zn]	7,00	7,00	5,00	7,00	7,00	5,00	7,00
[Cu]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
[B]	25,00	25,00	20,00	20,00	25,00	20,00	25,00
[Mo]	0,50	0,50	0,50	-	0,50	0,50	-
[K] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,46	0,48	0,55	0,39	0,54	0,63	0,40
[Ca] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,38	0,37	0,32	0,42	0,33	0,26	0,42
[Mg] : ([K]+[Ca]+[Mg])	0,16	0,15	0,13	0,19	0,13	0,11	0,18
([NH <sub>4</sub> ]+[NO <sub>3</sub> ]) : [K]	2,60	2,85	2,45	2,80	2,30	1,96	2,70
[NH <sub>4</sub> ] : ([NH <sub>4</sub> ]+[NO <sub>3</sub> ])	0,06	0,10	0,12	-	0,08	0,11	-

Πηγή: Σάββας, 2012

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 7.1 Σκοπός της εργασίας

Σε μη θερμαινόμενο ναλόφρακτο 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 perlίτη και σε επίπλευση.

### 7.2 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.

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

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

## 7.5 Περιγραφή του συστήματος επιπλεύσεως

### 7.5.1 Δεξαμενή

Τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής επιπλεύσεως αναλύονται παρακάτω:

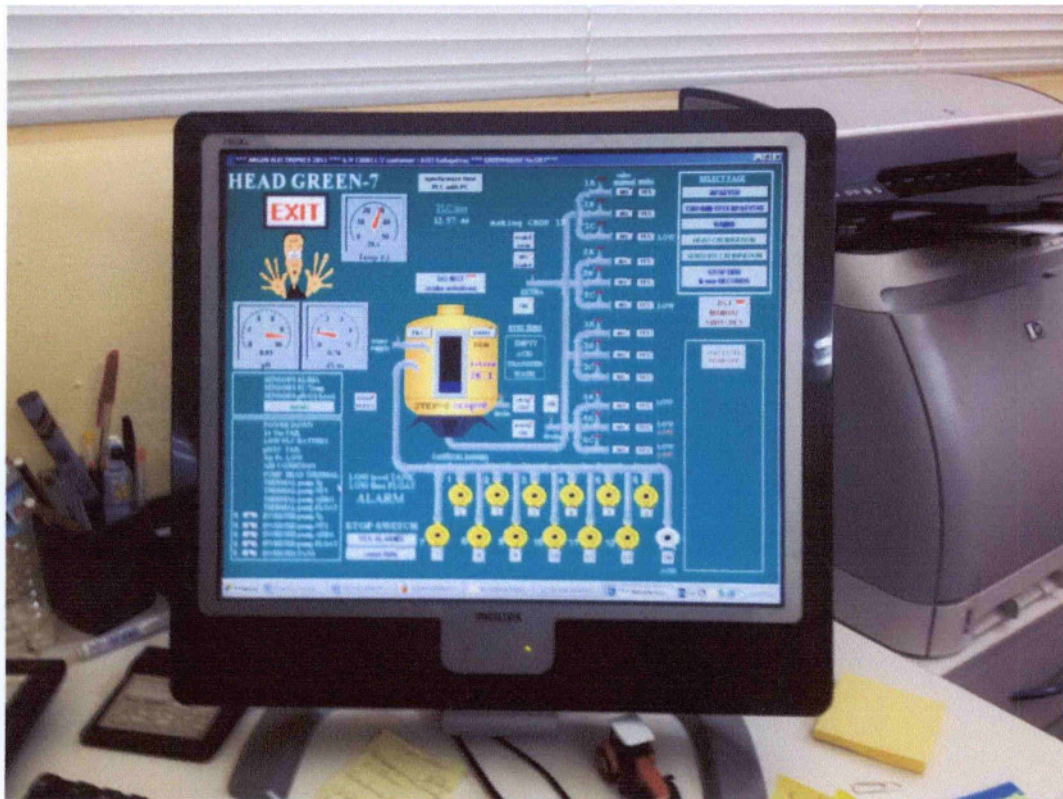
- Υλικό στεγανοποίησης: μαύρη γεωμεμβράνη κατάλληλη για τρόφιμα, πάχους 0.5mm.
- Υλικό σκελετού δεξαμενής: κύβοι άλφα μπλοκ (δομικό υλικό).
- Διαστάσεις δεξαμενής: Πλάτος 4m, Μήκος 10m, ύψος 30cm.
- Σωληνώσεις πολυπροπυλενίου εντός της δεξαμενής για την επαρκή ανάδευση του διαλύματος.
- 1 βαλβίδα πλήρωσης για αυτόματη πλήρωση.
- Κάλυψη της δεξαμενής με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης (Styrofoam-Dow) διαστάσεων (125x60x3cm), με κατάλληλες οπές διαμέτρου 3 cm για την τοποθέτηση των φυτών.



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

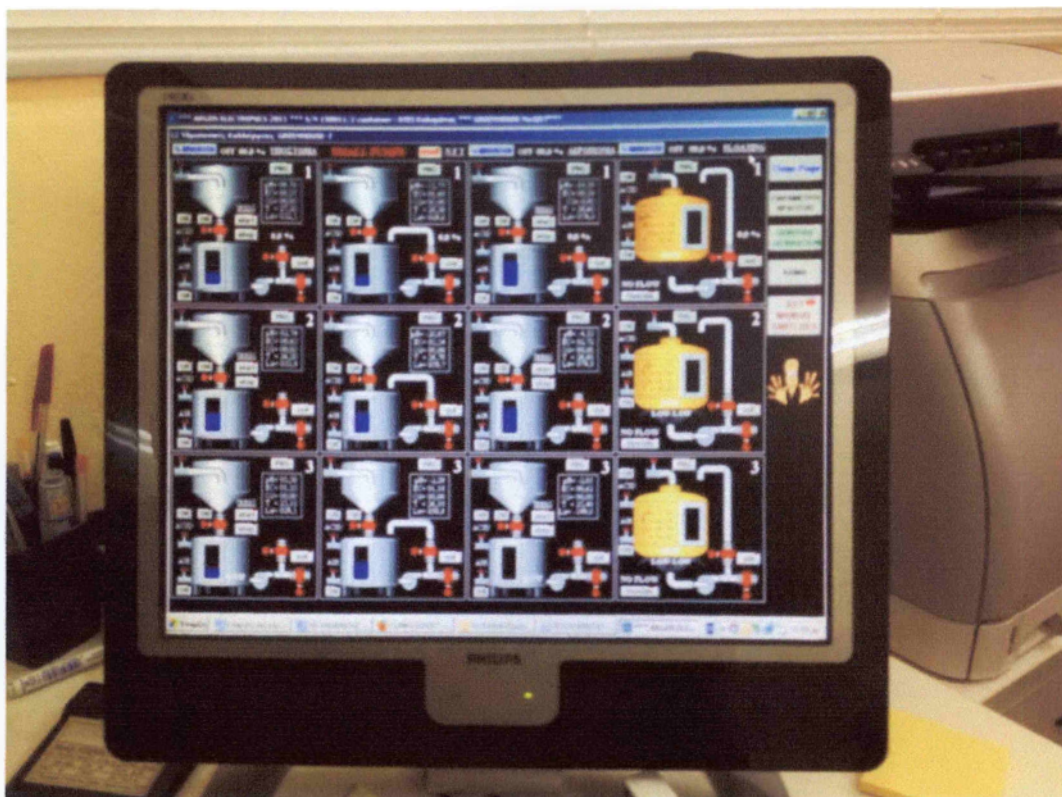
Εικόνα 7.1 Δεξαμενές επιπλεύσεως

### 7.5.2 Μονάδα προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC)



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Εικόνα 7.2 Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (PLC)



(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)

Εικόνα 7.3 Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (PLC)

## 7.6 Περιγραφή των υδροπονικών συστημάτων

### 7.6.1 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 (αναδεδεί) 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.

#### 7.6.2 Σύστημα στερεών υποστρωμάτων

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα στερεών υποστρωμάτων 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 των καναλιών είναι 0,6 m
2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.

4. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
5. **Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας:** Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.
6. **Εγχυτές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m<sup>3</sup> διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).
7. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.
8. **Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.
9. **Συλλογή απορροής.** Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας. Οι αντλίες οδηγούνται από καταλλήλους ρυθμιστές στροφών (inverters) για την ελεγχόμενη αυξομείωση της παροχής.
10. **Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής** έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.
11. **Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης O<sub>2</sub>** σε κάθε πειραματικό τεμάχιο να υπάρχει ένας στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

Ως στερεό υπόστρωμα επιλέχθηκε ο περλίτης που θεωρείται ένα από τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα στην Ελλάδα.

### 7.6.3 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.

### 7.6.4 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).

#### 7.6.5 Αντλία κεφαλής υδρολιπάνσεως

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

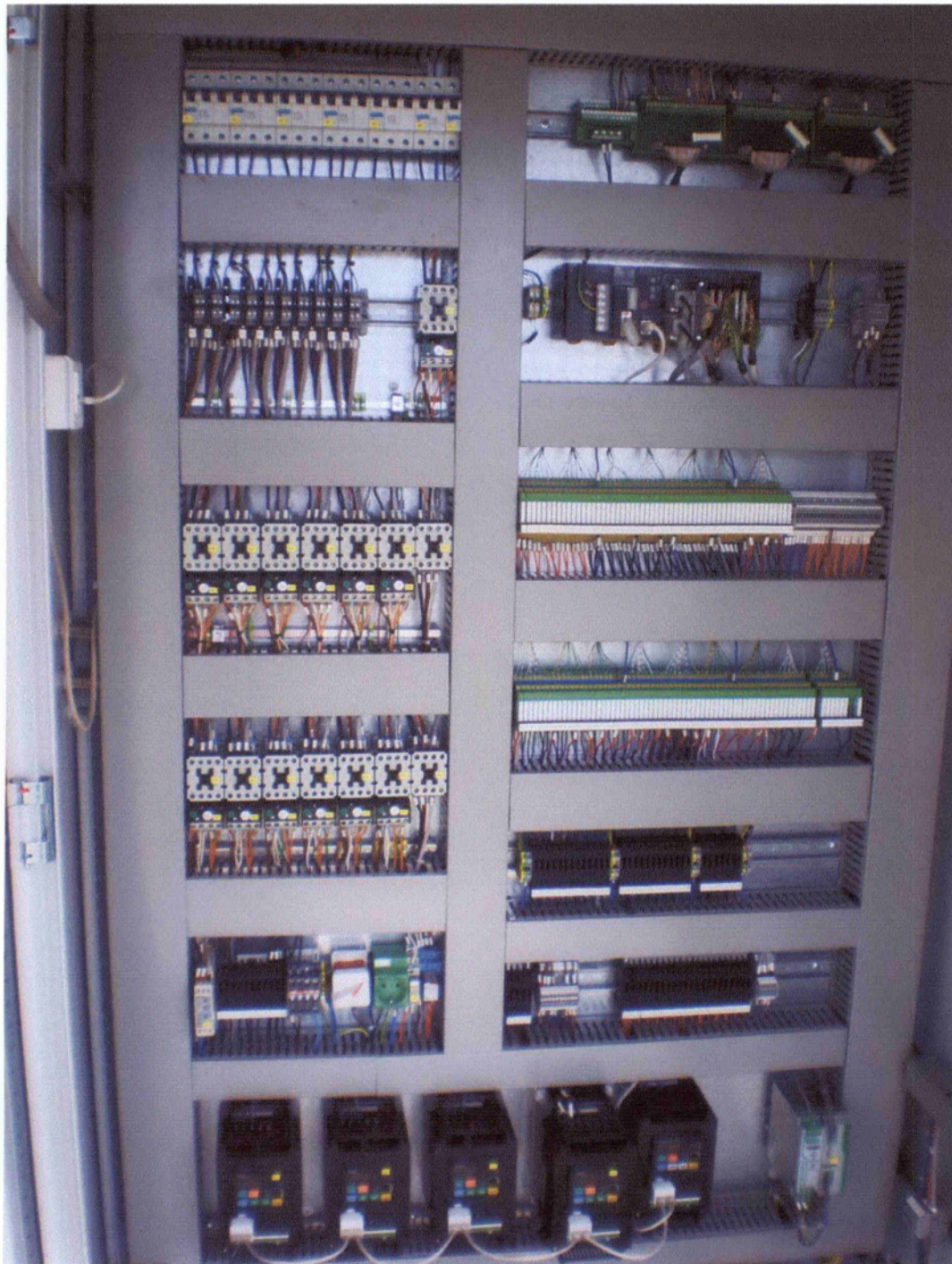
#### 7.6.6 Αισθητήρες κεφαλής υδρολιπάνσεως

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

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





*(Πηγή: Προσωπικό αρχείο)*

**Εικόνα 7.4 «Εγκέφαλος» λειτουργίας υδροπονικού συστήματος**

## 7.7 Μετρήσεις

### 7.7.1 Παραγωγή

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

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

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

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

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

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

### 7.7.2 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

### 7.7.3 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 meq/l και των ιχνοστοιχείων σε  $\mu\text{mol/l}$ )**

	Σύσταση νερού αρδεύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
$\text{NO}_3$	0,00	12,10
$\text{H}_2\text{OP}_4^-$	-	1,20
$\text{SO}_4^{2-}$	2,25	1,65
Cl	1,55	1,55
$\text{NH}_4^+$	-	1,30
$\text{Ca}^{2+}$	5,11	7,20
$\text{K}^+$	0,07	4,70
$\text{Mg}^{2+}$	2,63	3,00
$\text{Na}^+$	1,09	1,09
Fe $\mu\text{mol/l}$	-	20,00
Mn	-	10,00
Zn	1,07	7,00
B	5,56	25
Cu	-	0,80
Mo	-	0,50
$\text{HCO}_3$ meq/L	4,85	0,79
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,6-5,7

## 7.8 Αποτελέσματα

### 7.8.1 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 a	2,00 a
Περλίτης	9,73 b	1,95 b	0,87 b

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 7.2 ο αριθμός των φύλλων, καρπών και ανθέων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη.

Πίνακας 7.3 Επίδραση του υποστρώματος στο νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς και στο νωπό βάρος φύλλων, ανθέων και ρίζας ανά φυτό

Υπόστρωμα	Νωπό βάρος φυτού (g)	Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
Επίπλευση	141,87 a	49,92 a	0,44 a	31,94 a
Περλίτης	57,25 b	11,47 b	0,10 b	10,76 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, ανθέων και ρίζας ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη.

**Πίνακας 7.4 Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-ανώριμων), ανθέων και ριζών**

Υπόστρωμα	% Ξηρά ουσία φύλλων	% Ξηρά ουσία ώριμων	% Ξηρά ουσία ανώριμων	% Ξηρά ουσία ανθέων	% Ξηρά ουσία ριζών
Επίπλευση	21,78 ns	11,31 ns	10,06 ns	16,50 ns	11,72 b
Περλίτης	23,33 ns	8,60 ns	13,99 ns	16,58 ns	22,34 a

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.4 η % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών και ανθέων δεν επηρεάζεται από το υπόστρωμα καλλιέργειας, σε αντίθεση με την % ξηρά ουσία των ριζών η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στον περλίτη σε σχέση με την επίπλευση.

#### 7.8.2 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	35,07 a	19,47 a	6,80 ns
Περλίτης	15,73 b	8,13 b	3,53 ns

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7.5 ο αριθμός των φύλλων και ο αριθμός των καρπών ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη ενώ αντιθέτως ο αριθμός των ανθέων δεν επηρεάζεται από το υπόστρωμα.

**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	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
Επίπλευση	241,07 a	66,74 a	0,81 ns	32,00 a
Περλίτης	103,89 b	32,34 b	0,49 ns	17,58 b

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 7.6 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 τον περλίτη. Αντιθέτως, το νωπό βάρος των ανθέων δεν δείχνει να επηρεάζεται σημαντικά από το υπόστρωμα.

**Πίνακας 7.7 Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-αώριμων), ανθέων και ριζών**

Υπόστρωμα	% Ξηρά ουσία φύλλων	% Ξηρά ουσία ώριμων	% Ξηρά ουσία αώριμων	% Ξηρά ουσία ανθέων	% Ξηρά ουσία ριζών
Επίπλευση	21,76 ns	11,41 ns	10,86 ns	18,21 ns	12,81 ns
Περλίτης	23,61 ns	13,36 ns	11,90 ns	20,68 ns	13,75 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 7.7 η % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών, ανθέων και ριζών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το υπόστρωμα.

## 7.9 Παράγωγη και Ποιότητα

Πίνακας 7.8 Επίδραση του υποστρώματος στην παραγωγή και τα χαρακτηριστικά των καρπών

Υπόστρωμα	Σύνολο απόδοσης (g)	Απόδοση σε εμπορ. σε	Απόδοση σε μη εμπορ.	Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Επίπλευση	613,5 a	511,2 a	102,3 ns	39,3 ns	32,6 ns
Περλίτης	279,7 b	194,4 b	85,3 ns	37,4 ns	32,7 ns

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα... η συνολική απόδοση σε καρπούς (εμπορεύσιμοι και μη εμπορεύσιμοι), καθώς και η απόδοση σε εμπορεύσιμους καρπούς είναι σημαντικά μεγαλύτερες στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη. Η απόδοση σε μη εμπορεύσιμους καρπούς, καθώς και το μήκος και η διάμετρος των καρπών δεν εμφανίζουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην υδατοκαλλιέργεια (Floating) φαίνεται ότι η αύξηση των φυτών είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με τον περλίτη.

Στην επίπλευση η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας ήταν υψηλότερη από ότι στον περλίτη λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας του νερού (και κατά συνέπεια του θρεπτικού διαλύματος), με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη των ριζών κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Αντιθέτως, κατά την θερμή περίοδο (από τα μέσα Μαΐου μέχρι το τέλος του πειράματος) οι σταθερά υψηλότερες θερμοκρασίες του θρεπτικού διαλύματος στην επίπλευση (πάνω από 24<sup>0</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 αλλά μειονεκτεί το καλοκαίρι. Το γεγονός αυτό όμως δεν δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα στην καλλιέργεια της φράουλας, καθώς τα φυτά φυτεύονται κατά τα τέλη Οκτωβρίου και η συγκομιδή ξεκινά από τον Ιανουάριο και καταλήγει περίπου έως τα τέλη Μαΐου, εποχές κατά τις οποίες δεν σημειώνονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Εξάλλου, το φυτό της φράουλας δείχνει να ανέχεται τις συνθήκες υποξίας που δημιουργούνται στο θρεπτικό διάλυμα κατά την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών στο περιβάλλον των ριζών (μακροσκοπική παρατήρηση).

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται θεαματικές διαφορές στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος και της ρίζας, όπως επίσης και στα παραγωγικά δεδομένα στο σύστημα επίπλευσης σε σύγκριση με τον περλίτη. 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:
  - pH,
  - EC και
  - Θερμοκρασίας
  
- Η διατήρηση θερμοκρασίας στο χώρο της ριζόσφαιρας σε υψηλότερα επίπεδα από το στερεό υπόστρωμα 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. Το υδροπονικό σύστημα επίπλευσεως είναι γνωστό ότι αποτελεί ένα από τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιεργειών φυλλωδών λαχανικών. Η καλλιέργεια σ' αυτό το σύστημα ειδών όπως η φράουλα θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε θερμοκηπιακές ή και υπαίθριες μονάδες στην Ελλάδα για την καλλιεργητική πράξη, δεδομένου ότι τα αντίστοιχα δεδομένα στη διεθνή βιβλιογραφία είναι πολύ περιορισμένα.

Οι μεγαλύτερες 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

Βασιλακάκης Δ.Μ., (2006), «Μικρά Οπωροφόρα», εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Δεκάζος Δ.Η., (1991), «Μικροί καρποί», τόμος Β, εκδόσεις Δεκάζος Ηλίας, Αθήνα.

Δημητράκης Κ.Γ., (1998), «Λαχανοκομία», τόμος Β, Εκδόσεις ΑγρόΤυπος Α.Ε, Αθήνα.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, (2013), «Εμπόριο Φράουλας σε Αξία, 2007 – 2012», Προσωρινά στοιχεία, Υπουργείο Εσωτερικών, Αθήνα.

Κανάκης Γ.Α., (1989), «Παραγωγή Πολλαπλασιαστικού Υλικού Φράουλας», Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.

Κανάκης Γ.Α., (2004), «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», τόμος Β, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.

Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ., (1994), «Υδροπονικές Καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα», εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα – Πειραιάς.

Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ., (2006), «Υδροπονικές Εγκαταστάσεις», Β έκδοση, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.

Πολυράκης Θ.Γ., (2003), «Περιβαλλοντική Γεωργία», εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.

Σάββας Δ., (2012), «Καλλιέργειες εκτός εδάφους – Υδροπονία, Υποστρώματα», Εκδόσεις ΑγρόΤυπος Α.Ε., Αθήνα.

Σιδηρός Κ.Ν., (2005), «Βιολογική Γεωργία – Φυτική Παραγωγή», εκδόσεις ΔΗΩ, Αθήνα.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, (2013), «Στατιστικά στοιχεία καλλιεργούμενης έκτασης, παραγωγής και απόδοσης της φράουλας», *Eurostat*, Δεδομένα ετήσιας γεωργικής παραγωγής.

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, (2008), «*Υγιές Πολλαπλασιαστικό Υλικό*», Τμήμα Γεωργίας, Αθήνα.