



**Α.Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟ.ΘΕ.ΚΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ**  
**ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**  
**ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ *Festival*.**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:**  
**ΚΟΝΤΙΔΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**κ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΤΣΙΡΑΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΜΑΙΟΣ 2010**

**Α.Τ.Ε.Ι ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟ.ΘΕ.ΚΑ**

**ΘΕΜΑ:**  
**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ**  
**ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ**  
**ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ *Festival*.**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:**  
**ΚΟΝΤΙΔΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**κ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΤΣΙΡΑΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΜΑΙΟΣ 2010**

## Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	4
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	5
1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ .....	5
1.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ .....	6
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ .....	7
1.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ .....	9
1.4.1 Περιγραφή της ποικιλίας Festival .....	10
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	11
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ .....	11
2.1 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ .....	11
2.1.1 Εγγενής, αγενής πολλαπλασιασμός .....	11
2.1.2 Φυτά ψυγείου .....	12
2.1.3 Νωπά φυτά .....	12
2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ .....	13
2.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ .....	15
2.4 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ .....	17
2.4.1 Έντομα .....	17
2.4.2 Νηματώδεις σκόληκες .....	18
2.4.3 Μυκητολογικές ασθένειες .....	18
2.4.4 Ιώσεις φράουλας .....	19
2.4.5 Φυσιολογικές ασθένειες .....	20
2.5 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ .....	21
2.5.1 Εσωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	21
2.5.2 Εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	22
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	23
ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ .....	23
3.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ .....	23
3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	24
3.2.1 Με βάση τον τρόπο διαχείρισης των απορροών .....	24
3.2.2 Με βάση τα υποστρώματα ανάπτυξης του ριζικού συστήματος .....	26
3.2.3 Με βάση το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος .....	26
3.3 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ .....	28
3.4 ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ .....	31
3.4.1 Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος .....	31
3.4.2 Το διαλυμένο οξυγόνο .....	32
3.4.3 Η θερμοκρασία .....	32
3.4.4 Η οσμωτική πίεση .....	33
3.4.5 Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων .....	33
3.4.6 Η σημασία της ποιότητας του νερού .....	33
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	35
ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΥΠΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	35
4.1 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ .....	35
1. Το θρεπτικό διάλυμα και ο εξοπλισμός διαχείρισής του .....	35
2. Σύστημα προετοιμασίας και αποθήκευσης του θρεπτικού διαλύματος .....	35
3. Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος και αέρα στις ρίζες .....	35

4.	Σύστημα απορροής - στράγγισης.....	35
5.	Το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος ...	35
4.2	ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	36
4.2.1	Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα.....	36
4.2.2	Καλλιέργεια σε λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT) .....	36
4.2.3	Σύστημα επίπλευσης ή επιπλέουσας υδροπονίας (floating technique) .	36
4.2.4	Αεροπονία.....	37
5	ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	38
	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	38
5.1	Πλεονεκτήματα υδροπονίας.....	38
5.2	Μειονεκτήματα υδροπονίας.....	41
6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ .....	44
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	44
6.1	Σκοπός της εργασίας.....	44
6.2	Φυτικό υλικό .....	44
6.3	Φύτευση .....	44
6.4	Υλικά και μέθοδοι.....	45
6.4.1	Περιγραφή συστήματος επίπλευσης.....	45
6.5	Μετρήσεις .....	51
6.5.1	Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	52
6.6	Αποτελέσματα μετρήσεων .....	53
6.6.1	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (brix %) .....	53
6.6.2	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην Οξύτητα των καρπών (οξύτητα % σε κιτρικό οξύ).....	54
6.6.3	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στον αριθμό μη εμπορεύσιμων καρπών 55	
6.6.4	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην συνολική παραγωγή μη εμπορεύσιμων καρπών (συνολικό βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό). ....	56
6.6.5	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή καρπών (αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό). .....	57
6.6.6	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην απόδοση (συνολικό βάρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό και απόδοση σε kg/m <sup>2</sup> ) .....	58
6.6.7	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην μικρή διάμετρο των εμπορεύσιμων καρπών.....	60
6.6.8	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην μεγάλη διάμετρο των εμπορεύσιμων καρπών.....	61
6.6.9	Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή της φράουλας στο μήκος των εμπορεύσιμων καρπών .....	62
	Συμπεράσματα .....	63
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	66
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	72

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας, είναι η μελέτη της παραγωγής, της ποιότητας και της ανάπτυξης της ποικιλίας «*Festival*» σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. Η διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια των μηνών Οκτωβρίου έως Ιουνίου 2009 στο ΑΤΕΙ Καλαμάτας. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε κατά το πόσο η πυκνότητα φύτευσης, θα μπορούσε να επηρεάσει την παράγωγη των καρπών όσον αφορά, το βάρος, το μήκος, τη μικρή και μεγάλη διάμετρο, τον αριθμό εμπορεύσιμων και μη εμπορεύσιμων καρπών. Επίσης μελετήθηκε κατά το πόσο η πυκνότητα φύτευσης μπορεί να επηρεάσει τα εσωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, καθώς και τα οξέα (κιτρικό οξύ). Ουσιαστικά το σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας αποδείχθηκε ότι δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα όσον αφορά την ποιότητα και την παράγωγη των καρπών.

Για την διεξαγωγή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι βοήθησαν προκειμένου να υλοποιηθεί. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Αναστάσιο Κώτσιρα για την ανάθεση του συγκεκριμένου πειράματος, καθώς και για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθεια του, κατά την διεξαγωγή αυτού. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κύρια Ελένη Μανολοπούλου για την πολύτιμη βοήθεια της στις απαραίτητες, για την πτυχιακή εργασία, χημικές αναλύσεις.

Ακόμη ευχαριστώ θερμά την φίλη και συνάδελφο Σοφία Σαγιά, για την συνεργασία, βοήθεια και υπομονή που υπέδειξε καθ'όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της εργασίας αυτής, την φίλη Ραχήλ Κερασίδου για την αμέριστη βοήθεια της κατά την καταγραφή των μετρήσεων, καθώς και τις συμφοιτήτριες Αντωνία Πλατή και Έλσα Τσιατάρη.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς μου για την αγάπη και την συμπαράσταση, που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έδαφος αποτελεί ένα σύνθετο σύστημα το οποίο λειτουργεί, ως φυσικό υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών και εξασφαλίζει σ' αυτά μηχανική στήριξη, νερό, θρεπτικά στοιχεία και οξυγόνο. Το εδαφικό νερό με τα διαλυμένα σ' αυτό άλατα (ιόντα), αποτελεί το εδαφικό διάλυμα, το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με τις ρίζες των φυτών. Τα στερεά συστατικά του εδάφους περιέχουν αποθέματα ουσιών, οι οποίες ανάλογα με την διαλυτότητά τους εμπλουτίζουν το εδαφικό διάλυμα με διάφορα ιόντα, ώστε οι ρίζες να μπορούν να απορροφούν τα ανόργανα στοιχεία με την μορφή των ιόντων. Έτσι, ο εφοδιασμός των φυτών με θρεπτικά ιόντα εξαρτάται άμεσα από την σύσταση του εδαφικού διαλύματος.

Η μέθοδος καλλιέργειας των φυτών χωρίς την χρήση εδάφους ή εδαφικού μίγματος ονομάζεται υδροπονία. Η μέθοδος αυτή προσομοιώνει τον φυσικό τρόπο, με τον οποίο τα θρεπτικά στοιχεία προσφέρονται τελικά στις ρίζες μέσα στο φυσικό τους περιβάλλον, το έδαφος. Η ανάπτυξη των φυτών χωρίς έδαφος δεν αλλάζει την φύση και τους μηχανισμούς πρόσληψης της ανόργανης τροφής τους. Εδώ, τον ρόλο του εδαφικού διαλύματος εκτελεί ένα συνθετικό διάλυμα, το θρεπτικό διάλυμα, ενώ συγχρόνως εξασφαλίζεται στήριξη και οξυγόνο για τις ρίζες των φυτών.

Το έδαφος αντικαθίσταται με το υπόστρωμα, το οποίο μπορεί να είναι οποιοδήποτε άλλο στερεό αδρανές υλικό ή το νερό. Η αρχή της μεθόδου είναι η διάλυση όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη του φυτού στο νερό και η χορήγησή τους με αρδευτικό σύστημα η χωρίς αυτό ( επιπλέον υδροπονία) χωρίς να χρησιμοποιείται το έδαφος. Επομένως, υπόστρωμα ονομάζεται το μέσο στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία της τεχνητής θρέψης του φυτού.

Η υδροπονία αποτελεί το πλέον σύγχρονο σύστημα γεωργικής εκμετάλλευσης, το οποίο ανταγωνίζεται τις συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας, διασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα, πρωίμηση της παραγωγής καθώς και τη μέγιστη ποσότητα γεωργικών προϊόντων. Αποτελεί το κλειδί για το μέλλον της γεωργίας παγκοσμίως καθώς αποκλείει τα προβλήματα τα οποία εμφανιστήκαν μέσω των συμβατικών καλλιεργειών, όπως η αλόγιστη χρήση εδαφοβελτιωτικών άλλα και η

# 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Δικότυλο φυτό, αγγειόσπερμο το οποίο ανήκει στο γένος *Fragaria* και η ονομασία του προέρχεται από το λατινικό *Fragrans* που σημαίνει άρωμα. Η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται από τον Πλίνιο, ο οποίος την αναφέρει ως *Fraga terrestrial*. Παρόλα αυτά η φράουλα είναι γνωστή στους αρχαίους Έλληνες, καθώς συναντάμε περιγραφή του φυτού, μέσω του Διοσκουρίδη ο οποίος την αναφέρει ως χαμαικέρασο ή κουμαριά.

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. Σημαντικές αλλαγές παρατηρήθηκαν όταν ήρθαν στην Ευρώπη, οι πολύ μεγαλύτερες αμερικανικές φράουλες. Έτσι το 1534 ξεκίνησε η διάδοση της φράουλας με την εισαγωγή της από την Virginia των Η.Π.Α. προς την Γαλλία και σε άλλα μέρη της Ευρώπης. Αργότερα (κατά το 1834) καλλιεργήθηκαν σε άλλα μέρη της Αμερικής, άλλες ποικιλίες, με αποτέλεσμα την πιο σημαντική Αμερικανική ποικιλία να δημιουργείται στην Μασαχουσέτη. Στις μέρες μας, τη μεγαλύτερη παραγωγή φράουλας στον κόσμο έχουν οι ΗΠΑ, ενώ στη χώρα μας ιδιαίτερα δημοφιλής είναι η ευρωπαϊκή φράουλα, που τη βρίσκουμε και αυτοφυή σε διάφορες περιοχές.<sup>2</sup>

Το πιο διαδεδομένο είδος σήμερα στην Ευρώπη είναι το *F. x ananassa* το οποίο προήρθε το 1750 και διαθέτει καρπούς κόκκινους, μεγάλους και αρκετά νόστιμους, προερχόμενο από διασταύρωση των ειδών *F. chiloensis* και *F. virginiana*. Έως το 1824 υπήρχαν περίπου 25 ποικιλίες και έως σήμερα συνεχώς παράγονται καινούργιες.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> (Resh, Howard M., 1985)

<sup>2</sup> <http://www.foodreference.com/html/a-strawberry-history.html>

<sup>3</sup> <http://www.vita.gr/html/ent/953/ent.5953.asp>

## 1.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Η φράουλα καλλιεργείται πολλά χρόνια στον ελλαδικό χώρο, κυρίως ως υπαίθρια πολυετής καλλιέργεια, εάν και τα τελευταία χρόνια προτιμάται ως μονοετής ή διετής καλλιέργεια.

Συγκεκριμένα κατά το έτος 1998 η Μακεδονία καταλαμβάνει την πρώτη θέση με ποσοστό καλλιεργήσιμων εκτάσεων 46% παράγοντας το 30% των ελληνικών καρπών, ακολουθεί η Πελοπόννησος με 29,5% των εκτάσεων και παραγωγή 42,5 %, τέλος η Στερεά Ελλάδα με 11,7 % των εκτάσεων και με παραγόμενο προϊόν 13,5 % .<sup>4</sup>

Σημαντικότεροι νομοί παραγωγής φράουλας θεωρούνται : Ο νομός Ηλείας, Λακωνίας, Θεσσαλονίκης, Ηρακλείου, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας και Λάρισας.<sup>1</sup> Πέρυσι μόνο καλλιεργήθηκαν 4.000 στρέμματα ενώ η παραγωγή υπολογίζεται ότι θα φτάσει συνολικά τους 12.000 τόνους. Γεγονός θεωρείται πλέον, ότι η Ελληνική φράουλα, βρίσκεται στα ράφια των ευρωπαϊκών αγορών ανταγωνίζοντας την παραγωγή άλλων χωρών .<sup>5</sup>

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Κατανομή των καλλιεργούμενων εκτάσεων με φράουλα ανά γεωγραφικό διαμέρισμα της Ελλάδας, το έτος 1998.

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	Έκταση (στρεμ.)				Παραγωγή		
	Με κάλυψη	Υπαίθρια	Σύνολο	Ποσοστό (%)	Σύνολο (τόνοι)	Μέση κιλά/στρ.)	Ποσοστό (%)
Θράκη	-	1	1	0,02	1	1.000	0,01
Μακεδονία	1.000	1.269	2.269	45,96	2.794	1.231	30,10
Θεσσαλία	205	43	248	5,02	455	1.835	4,90
Ήπειρος	-	4	4	0,08	6	1.500	0,06
Στερεά Ελλάδα	405	172	577	11,69	1.250	2.166	13,47
Νησιά ιονίου	-	44	44	0,89	74	1.680	0,80
Νησιά αιγαίου	-	146	146	2,95	295	2.021	3,18
Πελοπόννησος	900	522	1.452	29,42	3.951	2.721	42,55
Κρήτη	150	46	196	3,97	457	2.332	4,93
Σύνολο χώρας	2.660	2.277	4.937	100,00	9.238	1.880	100,00

ΠΗΓΗ : Υπουργείο Γεωργίας (Δ/ση Αγρ. Πολιτικής, Τμήμα Στατιστικής)

<sup>4</sup> Ορφανός, Παναγιώτης. (2005). Φράουλα - Εξαγωγές. Φρουτονέα 73:28-30

<sup>5</sup> . [www.todaymarket.com](http://www.todaymarket.com)



### 1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω η φράουλα ανήκει στην κλάση Δικοτυλήδονα των Αγγειόσπερμων (υποάθροισμα) του αθροίσματος Σπερματοφύτα. Η φράουλα *Fragaria sp.* ανήκει στην οικογένεια Rosaceae της τάξης Rosales, της υποκλάσης Rosidae. Συγκεκριμένα :

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

Η φράουλα είναι φυτό ποώδες , πολυετές, μικρού μεγέθους (15-20 cm ύψος, 20-40 cm διάμετρος κόμης). Αποτελείται από ένα κεντρικό βλαστό, ο οποίος φέρει πολλούς οφθαλμούς, στην αρχή βλαστοφόρους. Από τους οφθαλμούς, σχηματίζονται τα μεγάλα μήκους φύλλα, τα οποία με την πάροδο του χρόνου ξεραίνονται και απορρίπτονται.

**Οφθαλμοί:** Υπό την επίδραση ψύχους και με την πάροδο του χρόνου μερικοί βλαστοφόροι οφθαλμοί, γίνονται ανθοφόροι (διαφοροποιούνται) οι οποίοι δίνουν μια ταξιανθία με πολλά άνθη.

**Φύλλα:** Τα φύλλα είναι σύνθετα, οδοντωτά, με μακρύ μίσχο, μήκους πάνω από 10 cm περίπου. Ο μίσχος φέρει πυκνό και κοντό τρίχωμα. Στο άκρο του μίσχου υπάρχουν τρία φυλλάρια, ενώ κάπου στο μέσο του μίσχου υπάρχουν δύο μικρά παράφυλλα. Έχουν βαθύ πράσινο χρώμα στην πάνω επιφάνεια και ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κάτω επιφάνεια. Υπάρχουν επίσης ποικιλίες οι οποίες φέρουν τέσσερα ή πέντε φυλλάρια.

**Άνθη:** Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν άνθη ερμαφρόδιτα. Τα άνθη φέρονται σε κυματοειδής ανθοταξίες. Είναι λευκά και φύονται πάνω σε μακρύ μίσχο στις μασχάλες των φύλλων σε κυματοειδή διάταξη. Κάθε άνθος φέρει κάλυκα με διπλή σειρά σεφάλων, στεφάνη γενικά πενταμερής και πολυάριθμους στήμονες. Στη βάση του άνθους υπάρχει η ανθοδόχη που περιβάλλεται από πολυάριθμα αχαινία (σπόρους). Κάθε αχαινίο φέρει στύλο και στίγμα. Μετά τη γονιμοποίηση τα πέταλα πέφτουν και παραμένει ο κάλυκας.

**Καρπός:** Η φράουλα είναι συγκάρπιο και αποτελείται από το σαρκώδες μέρος. Με τη γονιμοποίηση όλων των ωοθηκών, η διόγκωση των ιστών της ανθοδόχης γίνεται σ' όλη την επιφάνειά της, γεγονός που οδηγεί ως το σχηματισμό του μούρου, στην επιφάνεια του οποίου είναι σφηνωμένα τα αχαινία. Το μούρο είναι το εμπορεύσιμο προϊόν της φράουλας.

Οι μεγαλύτεροι καρποί παράγονται κατά την πρώτη συλλογή από τα πρώτα άνθη, ενώ η παραγωγή αυξάνει κατά τις επόμενες συλλογές (διπλασιασμός ανθέων). Το μέγεθος επηρεάζεται από τη ζωηρότητα του φυτού, τη θέση του άνθους και τον ανταγωνισμό από τα άλλα άνθη καθώς και τον αριθμό των αναπτυσσόμενων αχαινίων. Το σχήμα του καρπού ποικίλλει από κανονικό κωνικό, ωοειδές, σφαιρικό, επιμήκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του, κ.α. Το χρώμα του μούρου ποικίλλει από λευκορόδινο, ρόδινο, ανοιχτό κόκκινο μέχρι και έντονο άλικο ή σκούρο κόκκινο<sup>6</sup>.

**Στόλωνες:** Οι στόλωνες έρχονται στο έδαφος και το μήκος τους μπορεί να φτάσει και το ένα μέτρο. Ανά 20 cm φέρουν κόμβους που όταν έρθουν σε επαφή με το έδαφος και με υγρασία μπορούν να ριζοβολήσουν και να αναπαράγουν μητρικά φυτά. Εξαιτίας αυτής της ιδιαιτερότητας, οι στόλωνες παίζουν σημαντικό ρόλο στον αγνή πολλαπλασιασμό της φράουλας. Τα νεαρά φυτά που προέρχονται από στόλωνες, παίρνουν αρχικά τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται από το μητρικό φυτό και όταν ριζοβολήσουν καλά γίνονται αυτόνομα. Οι στόλωνες που παράγονται από το μητρικό φυτό καλούνται πρωτοταγείς και αργότερα από αυτούς, παράγονται δευτεροταγείς, όπως και ριζικά τριχίδια όπου σχηματίζεται ένα θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Όταν αυτό γίνει δυνατό (το ριζικό σύστημα), αποκόπτονται από το μητρικό φυτό και μπορούν κάλλιστα να μεταφυτευθούν .

**Ριζικό σύστημα:** Η φράουλα έχει συνήθως αβαθές ριζικό σύστημα, θυσσανώδες και ινώδες και εκτείνεται σε βάθος μέχρι 30-40 εκατοστών. Αρχικά οι κύριες ρίζες είναι υπόλευκες και εύκαμπτες. Με την πάροδο λίγων μηνών γίνονται ξυλώδεις με χρώμα καφέ- σκοτεινό. Τα ριζίδια που τροφοδοτούν το κύριο ριζικό σύστημα παραμένουν λευκά εφόσον είναι ενεργά<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> (Σάββας, Δ.)

<sup>7</sup> (Δημητράκης, Κ.Γ. ,1998.)

## 1.4

### ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Τα είδη που καλλιεργούνται σήμερα είναι: *Fragaria daltoniana*, *Fragaria chiloensis*, *Fragaria virginia*, *Fragaria vesca*, *Fragaria moscata*, *Fragaria mexicana*, *Fragaria collina* και *Fragaria vesca semperflowers*.

Το είδος *F. vesca*, το οποίο παράγει μικρό καρπό, μαλακό αλλά και 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 Mignonette*, *Fragaria vesca Alexandria*, *Fragaria vesca Fragola Quattr Stagioni* ( *Italian Four Seasons* ).

Οι περισσότερο εμπορικές, καλλιεργούμενες ποικιλίες της φράουλας είναι: Tufles, Douglas, Pajaro, Chandler και Selva.

Κριτήρια επιλογής της κατάλληλης ποικιλίας για καλλιέργεια:

- I. Κλίμα και έδαφος
- II. Τύπος καλλιέργειας (υπαιθρία, θερμοκήπια, χαμηλά τούνελ)
- III. Ποιότητα της ποικιλίας (γεύση, συνεκτικότητα, συντήρηση με κατάψυξη)
- IV. Παραγωγικότητα
- V. Δυνατότητα μακράς περιόδου καρποφορίας (πολλές συλλογές)

Ποικιλίες που έχουν έρθει πρόσφατα στη χώρα μας είναι οι εξής :

1. *Camarosa*: Ποικιλία για όλες τις εύκρατες περιοχές του κόσμου. Κυριαρχεί στην αγορά πάνω από μια δεκαετία. Μεσοπρώιμη ποικιλία, με καρπό κωνικό έως ελαφρά επιμήκης, με έντονο κόκκινο χρώμα, γλυκιά γεύση, ελαφρά υπόξινη και αρωματική.

2. *Catonga*: Φυτό με ευρωπαϊκή καταγωγή, απόλυτα ισορροπημένο, με ιδιαίτερη αντοχή σε σημαντικές ασθένειες. Καρπός μεσαίου μεγέθους, πολύ καλά σχηματισμένος, με έντονο κόκκινο χρώμα και πολύ καλά χαρακτηριστικά συντηρησιμότητας.

3. *Festival*: Πρώιμη ποικιλία, πολύ παραγωγική. Καρπός αρωματικός, μεγάλος με μέγεθος, σχήμα κωνικό και επιμήκης. Το χρώμα του καρπού είναι βαθύ κόκκινο και γυαλιστερό.

4. *Ventana*: Ποικιλία πρώιμη, καρπός μεσαίου μεγέθους, καλοσχηματισμένος, λαμπερού κόκκινου χρώματος, αρωματικός και πολύ γλυκός.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.hargreavesplants.com/template.php?sectionId=11>

### 1.4.1 Περιγραφή της ποικιλίας Festival

Η φράουλα *festival* κυκλοφόρησε από το πανεπιστήμιο GCREC-Ντόβερ της Φλόριντα το 2000 και πήρε το όνομα *festival*, προς τιμή του ετήσιου φεστιβάλ φράουλας της Φλόριντα.

. Προέρχεται από τη διασταύρωση μεταξύ της *Rosa Linda* και της *Oso Grande*. Η *Rosa Linda* είναι μια ανακάλυψη (1996) από το γεωργικό σταθμό πειραμάτων της Φλόριντα. Η ποικιλία *Oso Grande* που ανακαλύφθηκε στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, χρησιμοποιήθηκε ως γονέας, λόγω της δυνατότητάς της να παράγει καρπούς μεγάλου μεγέθους.

Η φράουλα *festival* είναι μια πολύ παραγωγική πρώιμη ποικιλία. Ο καρπός έχει σχήμα κωνικό και επίμηκες. Τα αχάινια είναι ελαφρώς βυθισμένα το χρώμα τοθς είναι χρυσοκίτρινο δίνοντας στον καρπό ομαλή εμφάνιση . Το εξωτερικό χρώμα των πλήρως ώριμων καρπών είναι βαθύ κόκκινο και γυαλιστερό. Το εσωτερικό χρώμα είναι έντονο κόκκινο. Ο καρπός έχει μια πολύ σταθερή σύσταση και εξαιρετική γεύση.

Μέσο ύψος και πλάτος για τα ώριμα φυτά θεωρούνται τα 23 εκ. και 30 εκ. αντίστοιχα. Το μέσο μήκος του μίσχου είναι 120 mm και μέση διάμετρος 3,5 mm. Το μέσο μήκος και πλάτος των φύλλων είναι 78 και 73 mm αντίστοιχα, καθώς και το μέσο μήκος και πλάτος των παράφυλλων είναι 69 και 72 mm.

Η άνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα σκούρο γκρι – πράσινο, η κάτω επιφάνεια έχει χρώμα ανοιχτό γκρι - πράσινο και ο μίσχος είναι κιτρινοπράσινος. Τα άνθη κατά μέσο όρο έχουν 5,3 πέταλα και 24 στήμονες. Τα πέταλα έχουν μήκος και πλάτος 1.1 εκ. και η διάμετρος της στεφάνης είναι 2,8 εκ. Το χρώμα του κάλυκα είναι κιτρινοπράσινο.

Οι καρποί ζυγίζουν κατά μέσο όρο 25-35 γρ. Είναι χυμώδης με εξαιρετική γεύση.<sup>9</sup> Η φράουλα *festival* έχει μια σημαντική συμβολή στη διεθνή βιομηχανία φράουλας, η συγκεκριμένη ποικιλία επιλέχτηκε για να ανταγωνιστεί στην αγορά τις πρώιμες ποικιλίες. Μπαίνει στην παραγωγή πέντε έως δέκα ημέρες αργότερα από την ποικιλία *Earlibrite* και περίπου δυο εβδομάδες πριν από την *Camarosa*.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> [http://www.nccrop.com/varieties.php/17/Strawberry\\_Plants](http://www.nccrop.com/varieties.php/17/Strawberry_Plants)

<sup>10</sup> [http://www.emccocal.com/PDF/UF\\_Strawberry%20Festival%20v.2-US.pdf](http://www.emccocal.com/PDF/UF_Strawberry%20Festival%20v.2-US.pdf)

Η ποικιλία *festival* δεν είναι τόσο ανθεκτική στο *Colletotricum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporoides*. Επίσης είναι ευαίσθητη στο *Xanthomonas fragariae*, *Tetranychus urticae*, *Botrytis cinerea* και *Tetranychus urticae*.<sup>11</sup>

## 2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

#### 2.1 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

##### 2.1.1 Εγγενής, αγενής πολλαπλασιασμός

Εγγενής, είναι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο, ο οποίος εφαρμόζεται από τους βελτιωτές και τους γενετιστές προκείμενου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια. Αυτός ο πολλαπλασιασμός δεν έχει καμιά πρακτική αξία για τη δημιουργία μιας παραγωγικής φυτείας. Η κατεξοχήν μέθοδος πολλαπλασιασμού της φράουλας για εμπορική χρήση θεωρείται ο αγενής πολλαπλασιασμός, ο οποίος εξασφαλίζει το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση μιας νέας γεωργικής εκμετάλλευσης, δηλαδή φυτείας. Έχει ως κατεύθυνση την παραγωγή καρπών με προορισμό την επιτραπέζια κατανάλωση ή την τροφοδοσία μιας βιομηχανίας.

Τα αγενώς παραγόμενα φυτά μπορεί να προέρχονται είτε φυσικά από παραφυάδες, που αναπτύσσονται από τους στόλωνες (παραδοσιακή μέθοδος), είτε από *in vitro* καλλιέργειες στο εργαστήριο (σύγχρονη βιοτεχνολογική μέθοδος).

Για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού εγκαθίστανται ειδικές φυτείες, στις οποίες ο έλεγχος των φυτών φράουλας τόσο για την υγιεινή κατάσταση τους, όσο και για τη γονοτυπική τους ταυτότητα είναι συνεχής, ενδεδειγμένη και αξιόπιστος.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> <http://www.emcocal.com/festival.htm>

<sup>12</sup>( Παρασκευόπουλος, Π. Κοσμάς, 1995.)

### 2.1.2 Φυτά ψυγείου

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

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

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

### 2.1.3 Νωπά φυτά

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

Φυτεύονται το φθινόπωρο, Σεπτέμβριο με Οκτώβριο, ώστε να εξασφαλίσουν, κατά τη διάρκεια του χειμώνα τις χαμηλές θερμοκρασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και καρποφορία τους. Τα φυτά αυτά μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή, όχι όμως μικρότερη από 0°C. Είναι διετή, έτσι έχουν ένα βασικό μειονέκτημα, ότι η όψιμη φύτευση δεν τους επιτρέπει να συγκεντρώσουν μέχρι το χειμώνα τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες και γι' αυτό την άνοιξη που ακολουθεί δίνουν πάντα μικρή παραγωγή. Έτσι η κανονική τους παραγωγή έρχεται τη δεύτερη χρονιά.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> ( Κανάκης., 2008.)

## 2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ

Μετά τη γονιμοποίηση του ωαρίου αρχίζει η διόγκωση των ιστών της ανθοδόχης και τελικώς σχηματίζεται ο εμπορεύσιμος καρπός (το μούρο). Η διόγκωση του καρπού οφείλεται στον πολλαπλασιασμό (αύξηση σε αριθμό) και τη μεγέθυνση των κυττάρων σε τρεις ευδιάκριτες περιοχές:

- I. τον κεντρικό ιστό (pith),
- II. τη λεπτή στρώση των μεριστωματικών κυττάρων, αμέσως κάτω από την επιδερμίδα και
- III. τους ιστούς που βρίσκονται ανάμεσα από τον κεντρικό και το μεριστωματικό ιστό (cortex-φλοιός).

Η διαφορά στο μέγεθος και το σχήμα στους καρπούς μεταξύ των ποικιλιών σχετίζεται με το ρυθμό και τη διάρκεια των κυτταρικών διαιρέσεων στις τρεις παραπάνω περιοχές καθώς επίσης και με το βαθμό μεγέθυνσης των κυττάρων και των μεσοκυττάρων χώρων. Γενικώς οι καρποί της *Fragaria vesca* έχουν μεγαλύτερο μεσοκυττάριο χώρο και είναι ελαφρότεροι από εκείνους των περισσότερων οκταπλοειδών ποικιλιών που καλλιεργούνται σήμερα στα θερμοκήπια και τα χαμηλά σκέπαστρα. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων ποικίλει ανάλογα από είδος σε είδος. Έτσι οι ποικιλίες του είδους *F. vesca* είναι διπλοειδής, και του *F. chiloensis* οκταπλοειδής.<sup>14</sup>

Το σχήμα του ώριμου καρπού σχεδόν δε διαφέρει από το σχήμα της ανθοδόχης στο στάδιο της καταβολής της στον ανθοφόρο οφθαλμό αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διαφοροποίησης του το προηγούμενο φθινόπωρο. Όμως εξαρτάται και από τη θέση του καρπού στην ταξιανθία. Οι καρποί που φέρονται στον πρωτογενή βραχίονα, είναι οι μεγαλύτεροι αλλά τείνουν να είναι πεπλατυσμένοι στην κορυφή τους και περισσότερο ανομοιόμορφοι. Αντίθετα οι καρποί των δευτεροταγών, τριτοταγών και τεταρτοταγών βραχιόνων είναι μικρότεροι κατά φθίνουσα σειρά, είναι περισσότερο ανομοιόμορφοι μεταξύ τους και πλησιάζουν το κανονικό και χαρακτηριστικό σχήμα της ποικιλίας. Τέλος το σχήμα του καρπού επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες τόσο του προηγούμενου φθινοπώρου όσο και

---

<sup>14</sup> (Δημητράκης., Κ.Γ.1998).

τη διάρκεια της άνθησης και καρπόδεσης και από τις καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, επικονίαση κτλ.).

Η συνεκτικότητα των καρπών επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Υπάρχουν ποικιλίες οι οποίες σε ψυχρά κλίματα παράγουν συνεκτικούς καρπούς ενώ σε θερμά κλίματα παράγουν μαλακούς καρπούς.

Οι οργανοληπτικές ιδιότητες του καρπού καθορίζονται από τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των διαλυτών σακχάρων, των οξέων και τανινών σε συνδυασμό βεβαίως με τους πτητικούς εστέρες οι οποίοι προσδίδουν το άρωμα. Καθώς μεγαλώνει ο καρπός χάνει τη χλωροφύλλη και κάποια στιγμή παίρνει ένα γαλακτώδες χρώμα. Στο στάδιο αυτό ο καρπός έχει τη μεγαλύτερη αναλογία σε νερό. Από το σημείο αυτό και πέρα αυξάνει ταχέως η συγκέντρωση των διαλυτών σακχάρων, μειώνεται αντίστοιχα εκείνη των οξέων και μειώνεται με αργό ρυθμό η στυφάδα. Οι περισσότερες ποικιλίες αναπτύσσουν τους καλύτερους οργανοληπτικούς χαρακτήρες και το άρωμα τους, στις περιοχές όπου δημιουργήθηκαν και ενδήμησαν. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες που διατηρούν αυτά τα χαρακτηριστικά σε ένα μεγαλύτερο εύρος κλιματικών παραγόντων. Από το σημείο της γαλακτώδους απόχρωσης αρχίζει η εμφάνιση των χρωστικών, οι οποίες αυξάνονται καθώς ο καρπός πλησιάζει την πλήρη ωρίμασή του. Στην αρχή ο καρπός ροδίζει και σταδιακά παίρνει το χαρακτηριστικό χρώμα που είναι οι διάφορες αποχρώσεις του κόκκινου. Η ωρίμαση του καρπού της φράουλας, ολοκληρώνεται σε 24 έως 36 ημέρες ανάλογα με την ποικιλία.

Ο ώριμος καρπός περιβάλλεται στη βάση του από τον πράσινο κάλυκα, προέκταση του οποίου προς το φυτό είναι ο ποδίσκος. Για τη διευκόλυνση της συγκομιδής είναι επιθυμητό ο ποδίσκος να αποσπάται εύκολα. Υπάρχουν διαφορές σε ότι αφορά την ευκολία απόσπασης του ποδίσκου από ποικιλία σε ποικιλία. Ακόμη, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στο βαθμό προσκόλλησης του καρπού επί του κάλυκα.

Σε μερικές ποικιλίες ο καρπός αποσπάται από τον κάλυκα εύκολα, σε άλλες με δυσκολία και σε άλλες με την απόσπαση του κάλυκα τραυματίζεται σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ο καρπός στο σημείο επαφής του, επειδή αποκολλάται ένα μέρος της σάρκας του. Η τελευταία περίπτωση είναι απαράδεκτη για καρπούς που προορίζονται για βιομηχανική χρήση όπου ο κάλυκας πρέπει να απομακρύνεται με ευκολία.



## 2.3 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή της φράουλας στα θερμοκήπια ή στα χαμηλά σκέπαστρα αρχίζει στην Κρήτη από τον Φεβρουάριο, στην Πελοπόννησο από τα μέσα Μαρτίου και στη Βόρεια Ελλάδα από τα μέσα της Άνοιξης. Στις υπαίθριες φυτείες η συγκομιδή αρχίζει περίπου 25-30 ημέρες αργότερα για κάθε περιοχή.

Για να αντέχουν στις μεταφορές αλλά και να προσελκύουν τον καταναλωτή οι φράουλες, συλλέγονται με τον κάλυκα προσκολλημένο επάνω τους. Όταν προορίζονται για κοντινές αγορές συγκομίζονται σχεδόν ώριμες με πλήρως αναπτυγμένο το χρωματισμό τους. Φράουλες που προορίζονται για μακρινές αγορές συλλέγονται αγουρωπές όταν αποκτήσουν το κανονικό τους χρώμα στα 2/3 της επιφανείας τους.

Οι καρποί πρέπει να συλλέγονται εντελώς στεγνοί και μάλιστα τις πρωινές ώρες όταν η θερμοκρασία της σάρκας τους είναι χαμηλή. Επίσης πρέπει να είναι καθαροί από ξένες ύλες και να υφίστανται τις ελάχιστες θωπείες των ανθρώπινων χεριών μέχρι την άφιξη τους στον καταναλωτή. Για τη συλλογή των καρπών της φράουλας απαιτούνται πολλά εργατικά χέρια, γεγονός που ανεβάζει το κόστος παραγωγής. Υπολογίζεται ότι για την συλλογή 2.000 κιλών καρπού από ένα στρέμμα πρώιμης φυτείας απαιτούνται 25-35 ημερομίσθια. Ο αριθμός αυτός μειώνεται όταν πρόκειται για υδροπονικές καλλιέργειες σε κάθετες στήλες, όπου οι εργάτες εργάζονται με άνεση και υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης βαγονέτων στα οποία υπάρχουν τα κιβώτια συλλογής. Σε όλες τις περιπτώσεις οι συλλέκτες τοποθετούν τους καρπούς τους σε κιβώτια που φέρουν εσωτερικά μαλακή επένδυση και όταν τα κιβώτια γεμίσουν μεταφέρονται σε δροσερό υπόστεγο όπου γίνεται η διαλογή και η τυποποίηση σε μικρές συσκευασίες (πλαστικά καλάθια) συνήθως των 500 gr

Οι συγκομισθέντες καρποί όταν φθάσουν στο δροσερό υπόστεγο, πλένονται, προψύχονται, γίνεται η διαλογή και ακολουθεί η συσκευασία τους. Κατά τη διαδικασία αυτή οι καρποί πρέπει να αποκτήσουν θερμοκρασία + 4°C το αργότερο μέσα σε 6 ώρες και χάνουν περίπου το 1% του αρχικού τους βάρους. Μετά τοποθετούνται σε μεταφορικά μέσα-ψυγεία και οδεύουν προς τις διάφορες αγορές. Στην ανωτέρω θερμοκρασία σε συνδυασμό με 85 έως 90% σχετική υγρασία η φράουλα διατηρείται για μερικές ημέρες.

Δεν υπάρχουν ποιοτικές κατηγορίες για τη φράουλα, όμως σε κάθε συσκευασία πρέπει οι καρποί να είναι ισομεγέθεις και ίδιας ωριμότητας ώστε να διατηρείται όλο το περιεχόμενο στην ίδια κατάσταση.

Η μέση στρεμματική απόδοση για τις ετήσιες φυτείες είναι:

- ❖ για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες 2.000-2.200 kg
- ❖ για τις καλλιέργειες σε χαμηλά σκέπαστρα 1.500-1.700 kg και
- ❖ για τις υπαίθριες καλλιέργειες 900-1.200kg

Για τις διετείς φυτείες η μέση στρεμματική απόδοση είναι το μεν πρώτο έτος 400 έως 600kg, το δε δεύτερο 900 έως 1.100kg.

Για τη συγκομιδή των καρπών φράουλας που προορίζονται για τη βιομηχανία καταβάλλονται προσπάθειες με στόχο την κατασκευή κατάλληλων μηχανικών μέσων, τα οποία και την ποιότητα του συγκομισθέντος προϊόντος να διασφαλίζουν και τη μείωση του κόστους να επιτυγχάνουν.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> (Κανάκης, 2004.)

## 2.4 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

### 2.4.1 Έντομα

**Αφίδες:** Πολλά είδη αφίδων προσβάλλουν την φράουλα, οικονομικό ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η αφίδα της φράουλας (*Chaetosiphon fragaefolii*). Απομυζούν τους χυμούς των φυτών ανοίγοντας πληγές, απ τις οποίες μπορεί να μολυνθεί με ιώσεις.

**Κόκκινος Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*):** Μεγάλοι πληθυσμοί του τετράνυχου συγκεντρώνονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, την οποία και απομυζούν. Η μεγάλη αναπαραγωγική ικανότητα που έχει, του επιτρέπει να προκαλεί ανυπολόγιστη ζημιά σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Η ζημιά στο φυτό προκαλείται από τις προνύμφες, τις νύμφες και τα τέλεια. Σε πολλές καλλιέργειες υπό κάλυψη, ο τετράνυχος των θερμοκηπίων *Tetranychus urticae* είναι ο πιο σπουδαίος εχθρός. Ένα από τα χαρακτηριστικά του τετρανύχου είναι ο ιστός αράχνης, ο οποίος παράγεται από τις νύμφες και τα τέλεια. Αν υπάρχει μεγάλος αριθμός τετρανύχων, το φυτό μπορεί να καλυφθεί πλήρως από ιστούς αράχνης και μπορεί να καταστραφεί πλήρως η καλλιέργεια.

Βιολογικός έλεγχος με τα εἶς προϊόντα :

- SPIDEX: αρπакτικό άκαρι *Phytoseiulus persimilis*
- SPICAL : *Amblyseius californicus*
- SPIDEND: *Feltiella acarisuga*
- MIRICAL: *Macrolophus caliginosus* σε νύμφες.

**Καραφατμέ (*Agrotis* spp.):** Προκαλεί ζημιές κυρίως στο λαιμό των φυτών με τη μορφή της προνύμφης του (γκρίζο σκουλήκι).

**Ταρσόνεμος ή άκαρι φράουλας ( *Tarsonemus fragariae* ) :** προσβάλλει τα φύλλα στα οποία προκαλεί μεταχρωματισμό, στρίψιμο και ξήρανση.

**Μηλολόνη (*Melolontha melolontha*) :** Ζημιές στο ρίζωμα της φράουλας προκαλούνται από τις προνύμφες της (άσπρα δακτυλιωτά σκουλήκια).

**Σιδηροσκώληκες (*Agriotes* spp.):** Προσβάλλουν τις ρίζες.

## 2.4.2 Νηματώδεις σκώληκες

Είναι μικροσκοπικά σκουλήκια τα οποία προκαλούν ζημιές στις ρίζες (είδη *Xiphinema devirsicaudatum*, *Longidorus elongatus* και *Pratylenchus penetrans*), τα φύλλα (*Aphelenchoides fragariae* και *A. Ritzemabosi*) και τον βλαστο ( *Ditylenchus dispaci* ). Τα συμπτώματα που εκδηλώνονται στα φύλλα και στην κεφαλή εύκολα συγχέονται με εκείνα που οφείλονται σε προσβολές από την αφίδα του κρεμμυδιού. Νηματώδεις των φύλλων, νηματώδεις του βλαστού, και ελεύθεροι νηματώδεις του εδάφους.

## 2.4.3 Μυκητολογικές ασθένειες

**Βοτρυτής** ( *Botrytis cinerea* ) - γκριζα μούχλα : Είναι η πιο σοβαρή ασθένεια σπόρια του οποίου βρίσκονται παντού (αέρα, νερό, υπολείμματα καλλιεργειών, έδαφος κτλ.) και συνεπώς δεν υπάρχει τρόπος αποφυγής των μολυσμάτων. Η προσβολή αρχίζει συνήθως από τα άνθη των οποίων προκαλεί και την πτώση. Σους καρπούς (πράσινους και ώριμους) προκαλεί τη σήψη, περιορίζοντάς τους σε μια μαλακή μάζα καλυπτόμενη από τα σταχτιά σπόρια, τα οποία μοιάζουν σα σκόνη τέφρας. Σε καιρικές συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας δύναται να εκμηδενίσει την παραγωγή. Καλή αντιμετώπιση της ασθένειας επιτυγχάνεται μόνο με καθολικούς προληπτικούς ψεκασμούς με κατάλληλο μυκητοκτόνο, ακόμη και την περίοδο της ανθοφορίας. Επειδή η περίοδος αυτή στη φράουλα είναι μακρά και επιβάλλεται η εφαρμογή 3–4 ψεκασμών.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 2.4.4 Ιώσεις φράουλας

Οι πιο συνηθισμένες ιώσεις της φράουλας είναι οι εξής :

- Η χλωρωτική κηλίδωση
- Το κατσάρωμα
- Το ελαφρό κιτρίνισμα της περιφέρειας των φύλλων
- Ο νανισμός
- Ο ίκτερος

Επειδή οι ιώσεις δεν καταπολεμούνται συνιστώνται τα εξής μέτρα :

1. Να μην γίνεται εγκατάσταση της φυτείας κοντά σε παλιές καλλιέργειες φράουλας, λαχανοκομιών και καλλωπιστικών φυτών.
2. Καταπολέμηση ζιζανίων και κυρίως της αγριάδας που μπορεί να είναι ξενιστές.
3. Καταπολέμηση των εντόμων, νηματωδών, ακάρεων, που είναι φορείς των ιώσεων.
- 4 Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού.

#### 2.4.5 Φυσιολογικές ασθένειες

- Ατελώς ανεπτυγμένοι - μη εμπορεύσιμοι καρποί : Κάθε παράγοντας που εμποδίζει τη γονιμοποίηση των ύπερων, έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία σχηματισμού αχάινιου και κατ' επέκταση αδυναμία του σχηματισμού ανθοδόχης.
- Πεπλατυσμένοι καρποί με πολλές κορυφές : Άνθη που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες βραχείας φωτοπεριόδου ή χαμηλών θερμοκρασιών σχηματίζουν καρπούς πεπλατυσμένους και με περισσότερες της μιας περιοχές.
- Τερατομορφία : Όταν εμφανίζονται ένα ή περισσότερα ανθίδια στις κορυφές της ανθοδόχης τα οποία παραμένουν πράσινα.
- Τοξικότητα και τροφοπενίες : Τοξικότητα από υπερβολική συγκέντρωση αλάτων είναι η πιο συνηθισμένη από τη χρήση ακατάλληλου νερού άρδευσης. Η γλώρωση των φύλλων εξαιτίας έλλειψης σιδήρου είναι η πλέον συνηθισμένη τροφοπενία.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> (Βασυλακάκης, Δ.Μ. 1997.)

## 2.5 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ποιότητα της φράουλας χωρίζονται σε εσωτερικά και εξωτερικά.

### 2.5.1 Εσωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά

1. **Άρωμα** : Η φράουλα διαθέτει χαρακτηριστικό άρωμα για το οποίο είναι υπεύθυνες πολλές χημικές ενώσεις (αλκοόλες, οξέα, εστέρες, φουράνες, αρωματικές ενώσεις και άλλες). Η ένταση του αρώματος εξαρτάται από την ποικιλία, το στάδιο ωρίμανσης, την ένταση του φωτός κατά την ωρίμανση των καρπών, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος και από τις καλλιεργητικές φροντίδες.
2. **Χημική σύσταση-διαιτητική αξία** : Η φράουλα, εκτός από πολύ ελκυστικό φρούτο έχει και σπουδαία διαιτητική αξία. Είναι πλούσια σε βιταμίνη C και A, σάκχαρα, οξέα (κιτρικό οξύ), κυτταρίνες, πηκτίνες και ανόργανα στοιχεία.
3. **Σκληρότητα σάρκας** : Ο καρπός της φράουλας έχει μαλάκια υφή γι' αυτό είναι πολύ ευπαθής και ευπρόσβλητος. Η σκληρότητα της σάρκας επηρεάζει την αντοχή στις μεταχειρίσεις, τη συντήρηση και την εμπορία της φράουλας και επηρεάζεται από την ποικιλία, το μέγεθος και το στάδιο ωρίμανσης του καρπού.
4. **Σάκχαρα-διαλυτά στερεά** : Η περιεκτικότητα των καρπών σε σάκχαρα και διαλυτά στερεά επηρεάζεται από την ένταση του φωτός και από την αναλογία καρποί/φύλλα
5. **Οξύτητα** : Η φράουλα είναι υπόξινος καρπός και γι' αυτό πάντοτε μετράται η οξύτητα.

## 2.5.2 Εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά

1. **Χρώμα** : Το χρώμα της φράουλας οφείλεται στις ανθοκυάνες και ποικίλει από λευκορόδινο, ρόδινο, ανοιχτό κόκκινο μέχρι και έντονο άλικο ή σκούρο κόκκινο, ανάλογα με το γονότυπο.
2. **Σχήμα** : Το σχήμα της φράουλας ποικίλει από κανονικό κωνικό, ωσειδές, σφαιροκωνικό, σφαιρικό, επιμήκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του, κωνικό με διευρυμένη κορυφή, σφαιροκωνικό με περισσότερες κορυφές έως ανώμαλο. Το 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.
3. **Μέγεθος – βάρος** : Καρποί μεγάλου μεγέθους θεωρούνται οι καρποί 15 γραμ., ενώ καρποί μικρότεροι των 10 γραμ. δεν θεωρούνται εμπορεύσιμοι. Ο αριθμός των καρπών που φέρει το φυτό καθώς και το μέγεθος συσχετίζονται από την ποικιλία. Ποικιλίες που σχηματίζουν περιορισμένο αριθμό ανθέων συνήθως παράγουν καρπούς μεγάλου μεγέθους. Αντίθετα, ποικιλίες που παράγουν πολλά άνθη και σχηματίζουν αυξημένο αριθμό καρπών παράγουν πολλούς καρπούς μικρού μεγέθους. Καθώς μεγαλώνει ο καρπός χάνει τη χλωροφύλλη και κάποια στιγμή παίρνει ένα γαλακτώδες χρώμα. Από αυτό το στάδιο της γαλακτώδους απόχρωσης αρχίζει η εμφάνιση χρωστικών, οι οποίες αυξάνονται καθώς ο καρπός πλησιάζει στην πλήρη ωρίμανσή του. Στην αρχή ο καρπός ροδίζει και σταδιακά παίρνει το χαρακτηριστικό χρώμα που είναι οι διάφορες αποχρώσεις του κόκκινου. Η ωρίμανση του καρπού ολοκληρώνεται σε 24 έως 36 ημέρες ανάλογα με την ποικιλία. Η φράουλα είναι μη κλιμακτηριακός καρπός και αυτό σημαίνει ότι πρέπει να συγκομίζεται ώριμη, δηλαδή όταν έχει αποκτήσει όλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που την καθιστούν ώριμη για κατανάλωση.
4. **Σχίσσιμο των καρπών** : Κατά τη χειμερινή καλλιέργεια της φράουλας σε θερμοκήπιο παρατηρείται σχίσσιμο καρπών. Στο θερμοκήπιο υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία και η διαπνοή δια μέσου των φύλλων είναι πολύ περιορισμένη. Έτσι, οι καρποί που αρχίζουν να ωριμάζουν, εξαιτίας της



υψηλής οσμωτικής πίεσης, απορροφούν υπερβολική ποσότητα νερού και σχίζονται.<sup>17</sup>

## 3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

#### 3.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Η υδροπονία εφαρμόζεται από τα προχριστιανικά χρόνια στην Αίγυπτο και την Ινδία όπου χρησιμοποιούνταν διαλυμένες κοπριές για την καλλιέργεια πεπονιών και άλλων λαχανοκηπευτικών σε αμμώδεις όχθες ποταμών, γι 'αυτό ονομάστηκε παραποτάμια καλλιέργεια. Η πρώτη γραπτή αναφορά σε υδροπονική καλλιέργεια αφορά τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας, όπου καλλιεργούνταν φυτά ενώ νερό έρεε συνεχώς. Επίσης οι καλλιέργειες πάνω σε σχεδίες μέσα σε αβαθείς λίμνες, από τους Αζτέκους στο Μεξικό, αποτελούν παραδείγματα υδροπονίας από το παρελθόν. Αργότερα φυσιολόγοι άρχισαν να αναπτύσσουν φυτά με ειδικά θρεπτικά στοιχεία για πειραματικούς σκοπούς και ονόμασαν τη μέθοδο καλλιέργειας, καλλιέργεια με θρεπτικά στοιχεία (nutri-culture). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν όροι όπως υδατοκαλλιέργεια (water-culture), καλλιέργεια σε διάλυμα (solution-culture), καλλιέργεια σε στρώμα χαλικιών (gravel bed culture) κ.α.<sup>18</sup>

Ο όρος «υδροπονία» όπως χρησιμοποιείται σήμερα υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στα τέλη του 1920 από τον καθηγητή Dr. W. F. Gericke από την Καλιφόρνια. Αυτός εμπνευσμένος από τις έρευνες Γερμανών επιστημόνων (Sachs 1860, Κνορ 1861 & 1865) ανέπτυξε μια τεχνική για καλλιέργεια φυτών υπό κλίμακα. Οι Sachs και Κνορ ήταν μεταξύ των επιστημόνων του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι οποίοι ερευνούσαν τη θρέψη των φυτών και αναζητούσαν ένα διάλυμα που θα έλυne τα προβλήματα που εμφανιζόντουσαν σε προηγούμενες προσπάθειες υδροπονικής καλλιέργειας. Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, ο Αμερικανικός στρατός χρησιμοποιούσε την υδροπονία για την παραγωγή φρέσκων προϊόντων για το στρατό που ήταν

---

<sup>17</sup> (Βασιλακάκης., Δ.Μ. 1997.)

<sup>18</sup> (Massantini,F. ,1976.)

σταθμευμένος σε άγονα νησιά του Ειρηνικού. Το 1950 υπήρχαν ήδη στην Αμερική, Ευρώπη, Αφρική και Ασία βιώσιμες εμπορικά επιχειρήσεις με υδροπονία.

Η τεχνολογία της υδροπονίας εξελίχθηκε σημαντικά ανά τους αιώνες. Σήμερα χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα για την καλλιέργεια λαχανοκηπευτικών, ανθέων, φρούτων και αρωματικών φυτών από επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο.<sup>19</sup>

## **3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

### **3.2.1 Με βάση τον τρόπο διαχείρισης των απορροών**

Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοιχτό, όταν το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από τον χώρο των ριζών, δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου). Κλειστό αντίθετα, καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα από το χώρο των ριζών, συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με την βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση.

Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή, ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει. Ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής είναι η συνεχής τροφοδοσία και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος. Ο δεύτερος τρόπος ανακύκλωσης αφορά υδροπονικά συστήματα στα οποία η παροχή θρεπτικού διαλύματος (πότισμα) είναι συχνή αλλά διακοπτόμενη και μικρής διάρκειας. Σε αυτού του είδους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και χρησιμοποιείται ξανά. Οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που απορρέουν από το ριζόστρωμα και επαναχρησιμοποιούνται, αφού πρώτα συμπληρωθούν με νερό και λιπάσματα, είναι τελείως διαφορετικές σε κάθε μια από της προαναφερόμενες τεχνικές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος.

Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, συμβάλει τόσο στην

---

<sup>19</sup> (Μαυρογιαννόπουλος., 1994.)

εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων, όσο και στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος με νιτρικά και άλλα λιπάσματα. Πρόκειται δηλαδή για μια κατ' εξοχήν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο καλλιέργειας φυτών. Η εφαρμογή ανακύκλωσης όμως εμπεριέχει κινδύνους γρήγορης εξάπλωσης μολύνσεων στην καλλιέργεια, όταν το διάλυμα απορροής δεν απολυμαίνεται πριν επαναχρησιμοποιηθεί.

Οι κυριότερες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος είναι η παστερίωση με θέρμανση, η έκθεσή του σε υπεριώδη ακτινοβολία και η αργή διήθηση μέσω άμμου. Τα περισσότερα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να λειτουργούν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοιχτά. Για να λειτουργήσει όμως ως κλειστό ένα υδροπονικό σύστημα θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Εκτός από τον επιπλέον εξοπλισμό, η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος απαιτεί και διαφορετικούς χειρισμούς όσον αφορά την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα και γενικά την θρέψη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής, συνίσταται στον καθορισμό των απαραίτητων ποσοτήτων νερού και πυκνών διαλυμάτων που πρέπει να προστεθούν σε αυτό, ώστε το διάλυμα που θα προκύψει από αυτή την διαδικασία να έχει την επιθυμητή σύνθεση.

Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιοφάνεια, κλπ.) που επικρατούν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κλπ).

Επομένως, ο όγκος θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απομακρύνεται από το ριζόστρωμα μετά την χορήγησή του στα φυτά, καθώς και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό, διαφέρουν κάθε φορά. Κατά συνέπεια, οι ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα απορροής δεν είναι σταθερές και γι' αυτό δεν μπορούν να καθορισθούν εκ των προτέρων. Σε κάθε περίπτωση όμως, για να είναι εφικτή από τεχνική και οικονομική άποψη η ανακύκλωση του διαλύματος απορροής, η συμπλήρωσή του με τις κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με την βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού.

### 3.2.2 Με βάση τα υποστρώματα ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

Ως υπόστρωμα θεωρείται το σύνολο των τριών φάσεων που συμμετέχουν στην συγκρότηση του.

- Το στερεό μέσο.
- Το θρεπτικό διάλυμα.
- Ο διαλυμένος αέρας.

### 3.2.3 Με βάση το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

- υδατοκαλλιέργειες (true hydroponics aquacultures)

Σε αυτή την κατηγορία το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα με ή χωρίς ανακύκλωση (περισσότερα συστήματα είναι κλειστά).

- Καλλιέργειες σε στερεά υποστρώματα (aggregate cultures)

Σε αυτή την κατηγορία το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε στερεά υποστρώματα και το θρεπτικό διάλυμα παρέχεται στα φυτά μέσω του αρδευτικού δικτύου συστήματα αυτά μπορεί να είναι κλειστά ή ανοιχτά.<sup>20</sup>

#### 3.2.3.1 Στερεά υποστρώματα

Ο περλίτης είναι ορυκτό ηφαιστειογενούς προέλευσης που δημιουργήθηκε από την ταχύτατη ψύξη και στερεοποίηση της όξινη λάβας των ηφαιστειών. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (C.E.C.) είναι 1,5 meq/gr. Το pH του περλίτη είναι 7,5 και η ηλεκτρική του αγωγιμότητα (E.C.) περίπου 0,03 mS/cm. Η δυνατότητα συγκράτησης νερού αυξάνει όσο το μέγεθος των κόκκων μικραίνει. Στην υδροπονία χρησιμοποιείται ο υδροπονικός περλίτης που αποτελείται από ομοιόμορφους κόκκους 2-3 χιλ. και πωλείται συσκευασμένος σε λευκούς πλαστικούς σάκους υποστρώματος έτοιμους για χρησιμοποίηση ειδικούς για κάθε καλλιέργεια .

Ο πετροβάμβακας ο οποίος είναι ένα ανόργανο υλικό χημικά αδρανές , ομογενοποιημένο και αποστειρωμένο ..Παρασκευάζεται με τη θέρμανση στους 1500 βαθμούς κελσίου ενός μείγματος τριών φυσικών ακατέργαστων. Το τελικό προϊόν

<sup>20</sup> (Κώτσιρας Ι. Αναστάσιος., 2009.)

έχει φαινομενικό ειδικό βάρος  $70 \text{ kg/m}^3$  , είναι αποστειρωμένο με καλές φυσικές ιδιότητες : 95% ολικό πορώδες ,20% αέρας , 75% συγκράτηση νερού. παράλληλα και με αρχικό pH λίγο υψηλό (7.0-8.0).<sup>21</sup>

Το cocosoil είναι οργανικό υλικό που παράγεται από την επεξεργασία των τινών του φλοιού καρύδας και κοκκοφοίνικα. Η Ε.С. είναι γύρω στο 0,5 mS και το pH περίπου στο 5,5. Είναι πολύ καλό υπόστρωμα εκτός εδάφους καλλιεργειών, σπορείων, ριζοβολίας κ.λ.π.

Η τύρφη είναι το πιο διαδεδομένο οργανικό υλικό, χρησιμοποιείται σαν αυτούσιο υπόστρωμα αλλά και σαν μείγμα με άλλα υποστρώματα σε διάφορες αναλογίες (π.χ. με περλίτη). Η τύρφη σχηματίζεται με την μερική αποδόμηση φυτών που αναπτύσσονται σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις, υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία και χαμηλή καλοκαιρινή θερμοκρασία. Υπάρχουν πολλά είδη τύρφης (ξανθιά, σκούρα και μαύρη τύρφη), που διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος του φυτού, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής παραγωγής τους, τον βαθμό αποδόμησης κ.α. Η πλέον χρησιμοποιούμενη είναι η ξανθιά τύρφη με όξινο pH 3,5-4 μικρό βαθμό αποδόμησης και ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων 110-130 meq/gr.

---

<sup>21</sup> (Κανάκης Α., 1998.)

### 3.3 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την θρέψη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο η καλλιέργεια τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα ( CO<sub>2</sub> ). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλ. Τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος. Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλοκών (χειλικές ενώσεις σιδήρου). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες παρατίθενται στον πίνακα 1.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> (Κώτσιρας Ι. Αναστάσιος., 2009).

**Πινάκας 1:** Συνοπτική περιγραφή απλών υδροδιαλυτών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονία.

ΛΙΠΑΣΜΑ	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ %	ΜΟΡΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΧΗΜΙΚΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ	ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ (Kg/l, 0 °C)
Νιτρική Αμμωνία	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	N: 34,5	80,0	80,0	1.18
Νιτρικό Ασβέστιο	5[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	N:15,5, Ca:19	1080,5	108,05	1.02
Νιτρικό αμμώνιο	2H <sub>2</sub> O]NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub>				
Νιτρικό Κάλιο	KNO <sub>3</sub>	N:13, K:38	101,1	101,1	0.13
Νιτρικό Μαγνήσιο	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	Mg:9, N:11	258,3	128,1	-
Νιτρικό οξύ	HNO <sub>3</sub>	N:22	63,0	63,0	-
Φωσφορικό Μονοκάλιο	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	P:23, K:28	138,1	136,1	1.67
Φωσφορικό οξύ	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	P:32	98,0	98,0	-
Θεικό Κάλιο	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K:45, S:18	174,3	87,1	0.12
Θεικό Μαγνήσιο	MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	Mg:9,7, S:13	246,3	123,1	0.26
Χειλικός Σίδηρος	Fe-EDDHA	Fe:5	1118	-	-
Χειλικός Σίδηρος	Fe-DTPA	Fe:5	932	-	-
Θεικό Μαγγάνιο	MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	Mn:32	169,0	-	1.05
Θεικός Ψευδάργυρος	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	Zn:23	287,5	-	0.62
Θεικός χαλκός	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	Cu:25	249,5	-	0.32
Βορικό οξύ	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B:17,5	61,8	-	0.0050
Βόρακας	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 10H <sub>2</sub> O	B:11	381,2	-	0.016
Οκταβορικό Νάτριο	Na <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 4H <sub>2</sub> O	B:20,5	412,4	-	0.045
Επταμολυβδαινικό Αμμώνιο	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	Mo:58	1163,3	-	0.43
Μολυβδαινικό Νάτριο	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	Mo:40	241,9	-	0.56

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, τα χρησιμοποιούμενα στην υδροπονία απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα, συνίστανται μόνο από μια χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη (οξέα με περιεκτικότητα χαμηλότερη από 100 %). Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα, είναι δυνατόν να παρασκευαστεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα, με εξατομικευμένες σε μια δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία.

Όλα σχεδόν τα λιπάσματα του πίνακα 1 που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων αποτελούνται από δυο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Υδατοδιαλυτά άλατα, των οποίων το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο ενώ το άλλο όχι (π.χ. KCL, NaNO<sub>3</sub>, κλπ.) δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν ποτέ ως λιπάσματα μικροστοιχείων στην υδροπονία, λόγω της επιβάρυνσης του διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> (Κώτσιρας Ι., Αναστάσιος, 2009.)



### 3.4 ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη χρησιμοποιούνται ευρύτατα και άλλα μεγέθη για να υποδηλώσουν τη σύσταση και την θρεπτική αξία των θρεπτικών διαλυμάτων. Η ευρύτατη χρήση αυτών των μεγεθών στην καλλιεργητική πράξη, οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να μετρηθούν εύκολα και με ακρίβεια ακόμη και στο θερμοκήπιο χρησιμοποιώντας φορητά ή σταθερά ειδικά όργανα. Τα μεγέθη αυτά είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), η ωσμωτική πίεση, το διαλυμένο οξυγόνο, η θερμοκρασία και το pH του θρεπτικού διαλύματος.

#### 3.4.1 Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity = EC) σαν φυσικό μέγεθος είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού, έχει δηλαδή διαστάσεις ηλεκτρικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, για χάρη συντομίας όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται απλώς ηλεκτρική αγωγιμότητα. Σήμερα σαν μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχει καθιερωθεί διεθνώς το dS/m (σε ορισμένα κείμενα χρησιμοποιείται το mS/cm). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη τη συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σ' αυτό. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητας τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμία πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η αγωγιμότητα τόσο κατά τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται. Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο (2.5mS/cm) υποδηλώνουν ότι η

περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Ανάλογα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο όριο σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο καταπόνηση ανάλογα με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη.

### **3.4.2 Το διαλυμένο οξυγόνο**

Μια παράμετρος που θα πρέπει να ελέγχεται (κυρίως στην περίπτωση των υδατοκαλλιεργειών) είναι η συγκέντρωση του οξυγόνου στο θρεπτικό διάλυμα. Το ριζικό σύστημα βρίσκεται μέσα στο νερό, συνθήκη που επιβάλλει στις ρίζες να πάρουν όλη την ποσότητα οξυγόνου που χρειάζονται από το διαλυμένο στο νερό. Το θρεπτικό διάλυμα πρέπει να περιέχει οξυγόνο 3-5 ppm, για την αποφυγή ασφυξίας των ριζών. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι σχετικά χαμηλή και γι'αυτό απαιτείται τακτική οξυγόνωση του διαλύματος. Ο εμπλουτισμός του διαλύματος με οξυγόνο μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως αναταράσσοντάς το, με την προσθήκη οξυγόνου υπό πίεση ή με την κυκλοφορία αέρα.

### **3.4.3 Η θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος αποτελεί επίσης λειτουργική παράμετρο. Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία στην ριζόσφαιρα. Αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του οξυγόνου στο νερό. Ταυτόχρονα αυξάνονται και οι απαιτήσεις του φυτού σε οξυγόνο. Συνήθως το διάλυμα θεωρείται ότι έχει την επιθυμητή θερμοκρασία όταν αυτή είναι 18-24 °C.

#### **3.4.4 Η οσμωτική πίεση**

Η ολική συγκέντρωση των αλάτων μέσα στο διάλυμα δεν πρέπει να ξεπερνά ένα όριο γιατί τότε γίνεται επιβλαβής για τα φυτά. Σε σχετικά πυκνό θρεπτικό διάλυμα δυσχεραίνεται η απορρόφηση νερού και τα φυτά βρίσκονται σε κατάσταση δίψας. Σε πολύ πυκνότερα θρεπτικά διαλύματα τα φυτά παρουσιάζουν μαρασμό, νέκρωση ιστών και τελικά ξεραίνονται. Τα περισσότερα είδη αναπτύσσονται καλά όταν η οσμωτική πίεση του διαλύματος κυμαίνεται από 0.5-0.75 atm. Στην πράξη ο έλεγχος της συγκέντρωσης των αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα γίνεται με μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

#### **3.4.5 Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων**

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητάς του σε ιόντα υδρογόνου, δηλ. της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Όταν το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως P, Fe, Mn σε υψηλό pH), οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς (π.χ. το Mn και το αργίλιο σε χαμηλό pH). Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στην θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες κλπ.). Ανάλογα με την καλλιέργεια το pH του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 6,0.

#### **3.4.6 Η σημασία της ποιότητας του νερού**

Το νάτριο, το χλώριο και το διτανθρακικό άλας είναι στοιχεία που καθορίζουν κατά ένα μεγάλο μέρος την καταλληλότητα του νερού για την καλλιέργεια. Το νάτριο και το χλώριο τα ποσοστά πρέπει να είναι κάτω από 3 mmol/L για το διτανθρακικό άλας, κάτω από 0,5 mmol/L. Ένα υψηλότερο ποσοστό του διτανθρακικού άλατος μπορεί να εξουδετερωθεί με προσθήκη οξέος στο διάλυμα. Το νάτριο και το χλώριο είναι στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες με τα βίας, αλλά ανατρέφουν την EC.

Το επιφανειακό νερό συχνά δεν ανταποκρίνεται στα ποιοτικά πρότυπα. Η ποιότητα μπορεί να ποικίλει έντονα μεταξύ της βρόχινης περιόδου και της ξηρής περιόδου, επίσης υπάρχει μια πιθανότητα να περιέχει δηλητηριώδεις ουσίες. Η καλή ποιότητα του νερού μπορεί να ποικίλει πολύ και εξαρτάται από το που βρίσκεται. Το καλό νερό περιέχει Ca, Mg, SO<sub>4</sub> και HCO<sub>3</sub>. Αυτά τα στοιχεία πρέπει να ρυθμιστούν στο διάγραμμα λίπανσης.

Το νερό βρύσης (πόλη) είναι συνήθως αρκετά καλής ποιότητας και περιέχει NA, Cl και HCO<sub>3</sub>. Το μειονέκτημα του είναι ότι είναι ακριβό. Το νερό βροχής μπορεί εύκολα να συλλεχθεί στη στέγη του θερμοκηπίου, έχει μικρή περιεκτικότητα σε άλατα και είναι το καλύτερο νερό για καλλιέργεια.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> (Κανάκης Α.,1998.)

## 4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΥΠΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

#### 4.1 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1. Το θρεπτικό διάλυμα και ο εξοπλισμός διαχείρισής του
2. Σύστημα προετοιμασίας και αποθήκευσης του θρεπτικού διαλύματος
3. Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος και αέρα στις ρίζες
4. Σύστημα απορροής - στράγγισης
5. Το σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος

Όταν το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει, ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται (κλειστό σύστημα) τότε απαιτούνται συμπληρωματικά :

- Σύστημα ανακύκλωσης
- Σύστημα καθαρισμού και απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος

Τα χρησιμοποιούμενα υδροπονικά συστήματα διαφοροποιούνται αρχικά ως προς τον τρόπο παροχής του θρεπτικού διαλύματος και του αέρα στις ρίζες (π.χ. NFT, σε υπόστρωμα, κ.λ.π.) και ως προς το αν γίνεται ή όχι ανακύκλωση του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος (ανοικτά και κλειστά).<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> (Κώτσιρας Ι. Αναστάσιος, 2009.)

## 4.2 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 4.2.1 Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα

Η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα γίνεται σε έτοιμα τυλιγμένα στο πλαστικό φύλλο, τεμάχια πετροβάμβακα διαφόρων διαστάσεων. Στην επάνω πλευρά του πετροβάμβακα και στις επιθυμητές διαστάσεις κόβεται ένα τμήμα πλαστικού φύλλου που τον καλύπτει, ώστε να μπορέσουν οι ρίζες των νεαρών φυταρίων που θα τοποθετηθούν αργότερα επάνω του να εισχωρήσουν μέσα στον πετροβάμβακα.

### 4.2.2 Καλλιέργεια σε λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT)

Με την μέθοδο αυτή τα φυτά αναπτύσσονται σε μακριά αδιάβροχα κανάλια όπου ρέει ένα πολύ ρηχό ρεύμα 2-3 mm ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος. Η ρίζα αναπτύσσεται στο θρεπτικό διάλυμα, χωρίς να υπάρχει κανένα άλλο υπόστρωμα. Δημιουργείται έτσι ένα παχύ πλέγμα ριζών, στο οποίο συμπλέκονται οι ρίζες από όλα τα φυτά του καναλιού και το οποίο αποτελεί το κάτω στήριγμα των φυτών. Για μια επιτυχημένη καλλιέργεια σε σύστημα NFT, το κανάλι θα πρέπει να έχει ομοιόμορφη κλίση έτσι ώστε να είναι ομοιόμορφη η ροή του νερού, καθώς και η παροχή του νερού να μην είναι υπερβολικά μεγάλη για να μην υψώνεται η στάθμη του.<sup>26</sup>

### 4.2.3 Σύστημα επίπλευσης ή επιπλέουσας υδροπονίας (floating technique)

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε το 1976 στην Ιταλία ( Massantini, 1976) και το 1980 στην Αριζόνα στις ΗΠΑ (Jensen, 1980) με σκοπό την καλλιέργεια μαρουλιού και γενικότερα φυλλωδών λαχανικών. Σήμερα, η μέθοδος αυτή είναι αρκετά δημοφιλής σε χώρες όπως η Ολλανδία, Ιαπωνία, ΗΠΑ, Ταϊβάν.

Το σύστημα επίπλευσης είναι το πλέον εξελιγμένο σύστημα υδροπονίας και είναι κατάλληλο κυρίως για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών. Τα φυτά τοποθετούνται σε κατασκευές από ελαφρά συνθετικά υλικά (π.χ. πολυστυρενιο), μέσα σε οπές που ανοίγονται ειδικά γι αυτό το λόγο. Οι κατασκευές αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές, με αποτέλεσμα το

---

<sup>26</sup> (Smith, Dennis.,1987.)

ριζικό σύστημα των φυτών να βρίσκεται μέσα στο θρεπτικό διάλυμα . Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται μέσω της επίστρωσης φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Τα σποριόφυτα αναπτύσσονται με τους κλασικούς τρόπους σε δίσκους με διάφορα υποστρώματα. Όταν τα φυτά φτάσουν στο στάδιο της μεταφύτευσης, τοποθετούνται στις κατασκευές στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές .

#### **4.2.4 Αεροπονία**

Η Αεροπονία είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στις υδροπονικές μεθόδους . Σύμφωνα με τη διεθνή εταιρεία για τις καλλιέργειες εκτός εδάφους (International Society for Soilless Culture) είναι ένα σύστημα στο οποίο οι ρίζες είναι συνεχώς ή ασυνεχώς σε περιβάλλον κορεσμένο με λεπτά σταγονίδια θρεπτικού διαλύματος μέσω ψεκασμού,(στην ουσία οι ρίζες αναπτύσσονται στον αέρα). Ο ψεκασμός διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα και επαναλαμβάνεται κάθε 2-3 λεπτά . Έτσι τα φυτά απορροφούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από την στοιβάδα διαλύματος που προσκολλάται στο ριζικό σύστημα.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> (Resh,Howard M., 1985.)

## 5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

#### 5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Η εγκατάσταση υδροπονικής καλλιέργειας αντί της καλλιέργειας στο έδαφος παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά παράλληλα έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Για να αποφασίσει ένας παραγωγός να μεταπηδήσει από την παραδοσιακή καλλιέργεια στο έδαφος στην υδροπονία, θα πρέπει να σταθμίσει αν στην δική του περίπτωση τα πλεονεκτήματα που παρέχει η υδροπονία είναι σημαντικότερα από τα μειονεκτήματα.

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, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτο-ϊοί, κλπ.).

2. Εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας όπως το βρωμιούχο μεθύλιο. Παράλληλα, μειώνεται δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών.

3. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω υπερντατικής εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαριά ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, κλπ.) σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.



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 καλυμμένο με πλαστικά φύλλα,. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται. Κατά συνέπεια, η ανύψωση της θερμοκρασίας στο χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα.

5. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα επιφέρει σημαντική προώμιση. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά 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 περιπτώσεις που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Στην υδροπονία όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος.

7. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει των καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κλπ.) 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 το χρόνο με περισσότερες από μια καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος (π.χ. διαδοχικές καλλιέργειες μαρουλιού, χρυσανθέμων κλπ.).

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. Σύμφωνα με μαρτυρίες αρκετών ερευνών που έχουν ασχοληθεί με το θέμα αυτό, οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών

είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15 – 20 % υψηλότερες, συγκρινόμενες με καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη.

9. Τέλος, ένα ακόμα από τα πλεονεκτήματα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Χάρη στην δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν κάποιες ποσότητες στο 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 μολύνεται εξαιτίας της έκλυσης ενός μέρους των λιπασμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα κυρίως με τα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία είτε είναι νιτρικά άλατα είτε μετατρέπονται στο έδαφος, με συνέπεια η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά να αυξάνεται πάνω από τα όρια και να δημιουργούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία.

Στις περιπτώσεις αυτές, η καλλιέργεια των φυτών θερμοκηπίου σε κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι η μόνη λύση η οποία μπορεί να προστατέψει αποτελεσματικά το πόσιμο νερό χωρίς να είναι αναγκαία η εφαρμογή περιορισμών στην καλλιέργεια φυτών με υψηλές λιπαντικές απαιτήσεις, όπως είναι οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

## 5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. Το κόστος αυτό οφείλεται κυρίως στη δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείται υπόστρωμα). Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι παράλληλα εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους. Επιπλέον, ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκειμένη περίπτωση, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος η υδροπονία χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς, ιδιότητα η οποία άλλοτε αποτελεί πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο θετικό αποτέλεσμα) και άλλοτε μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς).

3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Απαιτείται εξειδικευμένο και καλά εκπαιδευμένο επιστημονικό τεχνικό προσωπικό.<sup>28</sup>

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος, εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός. Παρόλα αυτά, ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης τυχών μολύνσεων δεν θα πρέπει να αγνοείται και γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα, το διάλυμα που συλλέγεται ως απορροή μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, πριν ανακυκλωθεί, είναι σκόπιμο να απολυμαίνεται.

---

<sup>28</sup> (Κανάκης Α.,1998.)

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοικτά 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 λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές. Στην πραγματικότητα, υπαρκτό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων, υφίσταται μόνο σε ανοικτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χρησιμοποιούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές 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>

---

<sup>29</sup> (Resh, Howard M., 1985.)

# **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 6.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η καλλιέργεια των φυτών φράουλας (ποικιλία *Festival*), πραγματοποιήθηκε από τον Οκτώβριο έως τον Ιούνιο του 2009 σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης της ποικιλίας «*Festival*», στο σύστημα επίπλευσης και πως μπορεί αυτή να επηρεάζει την πυκνότητα φύτευσης, την παραγωγή και την ποιότητα και την ανάπτυξη των καρπών.

#### 6.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Χρησιμοποιήθηκαν φυτά ψυγείου της ποικιλίας *Festival* και επιλέχθηκε γιατί καλλιεργείται ευρέως τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα.

Τα χαρακτηριστικά της είναι τα παρακάτω:

Η ποικιλία *Festival* κυκλοφόρησε από το πανεπιστήμιο GCREC- Ντόβερ της Φλόριντα το 2000. Προέρχεται από τη διασταύρωση μεταξύ της *Rosa Linda* και της *Oso Grande*. Η *Rosa Linda* είναι μια ανακάλυψη (1996) από το γεωργικό σταθμό πειραμάτων της Φλόριντα. Η φράουλα *festival* είναι μια παραγωγική, πρώιμη ποικιλία και ο καρπός της έχει σχήμα κωνικό και επίμηκες. Τα αχάινια είναι ελαφρώς βυθισμένα, και το χρώμα τους είναι χρυσοκίτρινο. Το εξωτερικό χρώμα των πλήρως ώριμων καρπών είναι βαθύ κόκκινο και γυαλιστερό. Το εσωτερικό χρώμα είναι έντονο κόκκινο και ο κάλυκας είναι μεγάλος. Ο καρπός έχει μια πολύ σταθερή σύσταση και εξαιρετική γεύση.

#### 6.3 ΦΥΤΕΥΣΗ

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 20/10/08. Η προμήθεια των φυταρίων έγινε μέσω της εταιρίας "Αρβανιτάκης". Από τα φυτάρια ψυγείου, επιλέχθηκαν τα πλέον ομοιόμορφα και ζωηρά, και τοποθετήθηκαν σε ειδικές πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης (Styrofoam) στα οποία είχαν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές διαμέτρου 5 cm.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «*Festival*» τα οποία τοποθετήθηκαν σε τρεις πυκνότητες:

- 6,25 φυτά/ $m^2$  (6 φυτά/ πλάκα),
- 12,5 φυτά/  $m^2$  (12 φυτά/ πλάκα)
- 25 φυτά/ $m^2$  (18 φυτά/ πλάκα)

Η πρώτη και η δεύτερη πυκνότητα (12,5 φυτά/ $m^2$  και 6,25 φυτά/ $m^2$ ) είχε τρεις επαναλήψεις και η τρίτη πυκνότητα (25φυτά/ $m^2$ ) είχε πέντε επαναλήψεις.

## 6.4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 6.4.1 Περιγραφή συστήματος επίπλευσης

#### 6.4.1.1 Δεξαμενή

Τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής floating 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 δεξαμενής για επαρκή ανάδευση του διαλύματος.
- 1 βαλβίδα πλήρωσης για αυτόματη πλήρωση.
- Κάλυψη δεξαμενής με πλάκες STYROFOAM (DOW) με διαστάσεις (125x60x5cm), με κατάλληλες οπές διαμέτρου 5cm για τοποθέτηση σποροφύτων για ανάπτυξη σε Floating.

#### 6.4.1.2 . Ηλεκτρικός πίνακας

Ηλεκτρικός πίνακας με λογικό ελεγκτή τροφοδοσίας, για Floating, υδρονέφωση και ανεμιστήρες.

Εικόνα 1. Ηλεκτρικός πίνακας Floating,



#### 6.4.1.3 Κεφαλή συστήματος επίπλευσης

Η κεφαλή περιλαμβάνει:

##### 1. Αυτόνομο ρυθμιστή pH και EC:

- 3 περισταλτικές αντλίες παροχής 5L/h (για 2 λιπάσματα και 1 οξύ) με ρυθμιζόμενη αναλογία μεταξύ των 2 λιπασμάτων.
- Αισθητήρες pH, EC και θερμοκρασίας με ακρίβεια  $\pm 0.01$ pH,  $\pm 0.01$ mS/cm,  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  με temperature compensation σε pH και EC.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου, καταγραφές pH, EC και θερμοκρασίας.
- Οθόνη LCD και πληκτρολόγιο.
- Σειριακή σύνδεση με Η/Υ μέσω καταλλήλου προγράμματος επικοινωνίας, alarms από pH και EC και διακοπή λειτουργίας από διακοπή ροής.



Εικόνα 2.Κεφαλή συστήματος επίπλευσης



## 2. Αντλίες επανακυκλοφορίας

- 2 αντλίες επανακυκλοφορίας παροχής  $4.8\text{m}^3/\text{h}$  και πίεσης  $1.8\text{atm}$ , ανοξείδωτες.
- Αισθητήρας ροής στην αντλία επανακυκλοφορίας.

Εικόνα 3.Αντλία επανακυκλοφορίας.



#### 6.4.1.4 Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων

- 1 δεξαμενή 200L με 2 ψηφιακές στάθμες (συλλογή, έλεγχος και αναπροσαρμογή του θρεπτικού διαλύματος).
- 2 δεξαμενές των 100L για τα πυκνά λιπάσματα και 1 δεξαμενή 50L για το οξύ.

Εικόνα 4. Δεξαμενή συλλογής θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 5. Δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων



#### **6.4.1.5 Μέτρηση διαλελυμένου οξυγόνου**

Η μέτρηση του διαλελυμένου οξυγόνου πραγματοποιήθηκε με φορητή συσκευή μέτρησης εντός διαλυμάτων (οξυγονομέτρου).

#### **6.4.1.6 Σύστημα υδρονέφωσης και ανάδευσης αέρα στο θερμοκήπιο**

- Πιεστικό σύστημα 4.5bars με δοχείο 200L και πρεσοστάτη, δυνατότητας απευθείας ρύθμισης  $\Delta p$  από 0.3bar με ένδειξη ρύθμισης.
- 32 τετραπλά μπέκ υδρονέφωσης, πίεσης λειτουργίας 4bars, παροχής 30L/h και σταγόνας μικρότερης των 100 $\mu$ .
- Ηλεκτροβαλβίδα λειτουργίας με φίλτρο δίσκων.
- Αυτόματη πλήρωση δεξαμενής για το fog.
- Έλεγχος fog και φυτοπροστασίας μέσω του λογικού ελεγκτή της επίπλευσης
- 4 ανεμιστήρες οροφής 65W για ανάδευση αέρα με λειτουργία μέσω του λογικού ελεγκτή Floating.
- Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας 24Vdc, με προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία, εύρους  $-20/+80^{\circ}\text{C}$  και 0-100%RH με έξοδο 4-20mA, με ένδειξη θερμοκρασίας και υγρασίας σε οθόνη LCD.

#### **6.4.1.7 Θρεπτικά διαλύματα**

Η σύσταση των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν (μετά την ανάλογη προσαρμογή στο νερό αρδεύσεως) ήταν σε meq/L για τα μακροστοιχεία και  $\mu\text{mol/L}$  για τα μικροστοιχεία.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε στο 1.9-2.0mS/cm και το pH στο 5.8-6.0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (πίνακας 2).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2:** Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος.

	Σύσταση νερού άρδευσης	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
NO <sub>3</sub> meq/L	0,00	11,36
H <sub>2</sub> OP <sub>4</sub>	-	1,41
SO <sub>4</sub>	2,25	2,94
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	0,84
Ca <sup>++</sup>	5,11	7,03
K <sup>+</sup>	0,07	5,52
Mg <sup>++</sup>	2,63	2,71
Na <sup>+</sup>	1,09	1,51
Fe μmol/l	-	25,00
Mn	-	8,00
Zn	1,07	4,00
B	5,56	20
Cu	-	0,75
Mo	-	0,50
HCO <sub>3</sub> meq/L	4,85	0,69
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,5-5,7

\*Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας

## 6.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η πρώτη συγκομιδή των φυτών έγινε στις 14/01/2009 δηλαδή 87 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Οι μετρήσεις στους καρπούς αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

- Περιεκτικότητα σε σάκχαρα brix (%;)
- Οξύτητα σε κιτρικό οξύ (%)
- Αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό
- Βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό
- Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/φυτό
- Βάρος εμπορεύσιμων καρπών/φυτό (η απόδοση σε καρπούς εκφράστηκε και σε  $\text{kg/ m}^2$ )
- Μικρή διάμετρος καρπών
- Μεγάλη διάμετρος καρπών
- Μήκος καρπών

Ως μη εμπορεύσιμοι καρποί θεωρήθηκαν αυτοί με βάρος μικρότερο των 10g, οι παραμορφωμένοι λόγω χαμηλών θερμοκρασιών καθώς και οι προσβεβλημένοι από βοτρυτή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρξε και ένα μικρό ποσοστό καρπών κυρίως στα περιμετρικά φυτά της κάθε πλάκας που έπεφταν μέσα στο θρεπτικό διάλυμα, γεγονός που τους καθιστούσε μη εμπορεύσιμους.

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

Επίσης, μετρήθηκε η μικρότερη και η μεγαλύτερη διάμετρος καθώς και το μήκος τους .

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

### 6.5.1 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι μετρήσεις στους καρπούς αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

- Οξύτητα σε κιτρικό οξύ (%)

Ο προσδιορισμός της οξύτητας των καρπών, έγινε ογκομετρικά με N/10 διάλυμα NaOH και δείκτη φαινόλοφθαλεΐνης. Σε 5 ml διηθημένου χυμού προστίθενται 10 ml απεσταγμένου νερού (για αραιώση του χρώματος) και τρεις σταγόνες δείκτη φαινόλοφθαλεΐνης. Ακολούθησε ογκομέτρηση με N/10 NaOH μέχρι αλλαγής του χρώματος. Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε κιτρικό οξύ %.

- Περιεκτικότητα σε σάκχαρα brix (%), (ΟΔΣΣ)

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών έγινε με ψηφιακό διαθλαστήμετρο RF sensor SR 400 (0-40). Ποσότητα χυμού που ελαμβάνετο με πολτοποίηση των καρπών διηθείτο και στη συνέχεια τοποθετείτο στην ειδική θέση του οργάνου. Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε βαθμούς brix %.

## 6.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### 6.6.1 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (brix %)

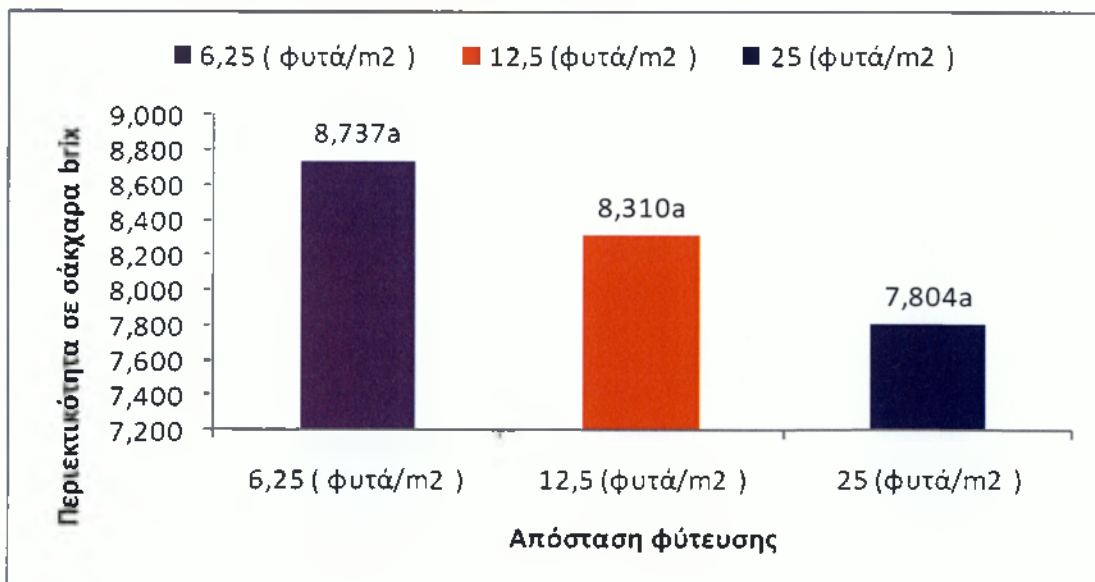
Πίνακας 3: Περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (brix %)

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ brix %
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	8.737a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	8.310a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	7.804a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ (p= 0,05)

Από τα στοιχεία του πίνακα (3), διαπιστώνεται ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα brix, δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης.

Διάγραμμα 3: Περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά brix



### 6.6.2 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην Οξύτητα των καρπών (οξύτητα % σε κιτρικό οξύ)

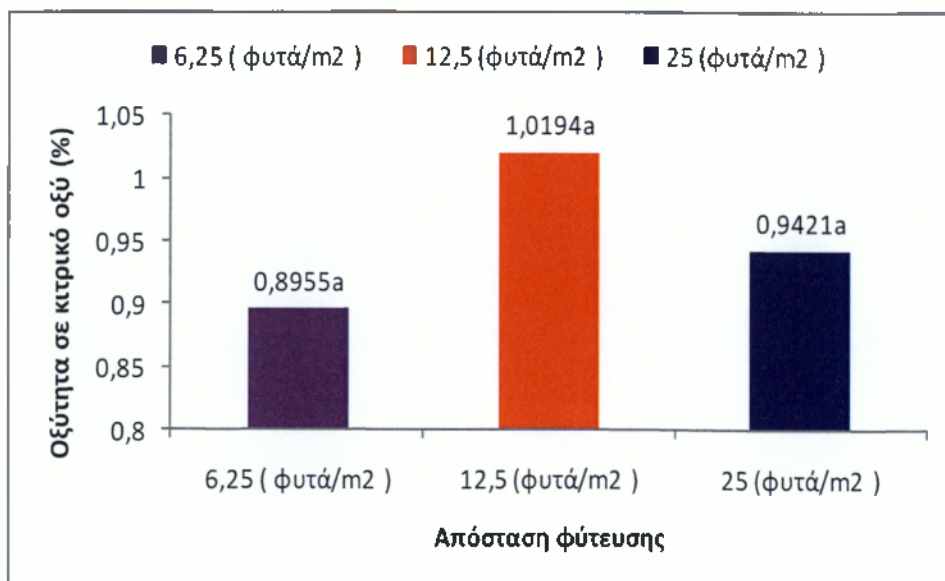
Πίνακας 4: Οξύτητα σε κιτρικό οξύ (%)

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΟΞΥΤΗΤΑ ΣΕ ΚΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ (%)
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	0,8955a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	1,0194a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	0,9421a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του πίνακα (4), διαπιστώνεται ότι η οξύτητα σε κιτρικό οξύ, δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης (αποδίδεται και γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα).

Διάγραμμα 4: Οξύτητα σε κιτρικό οξύ (%)





### 6.6.3 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στον αριθμό μη εμπορεύσιμων καρπών

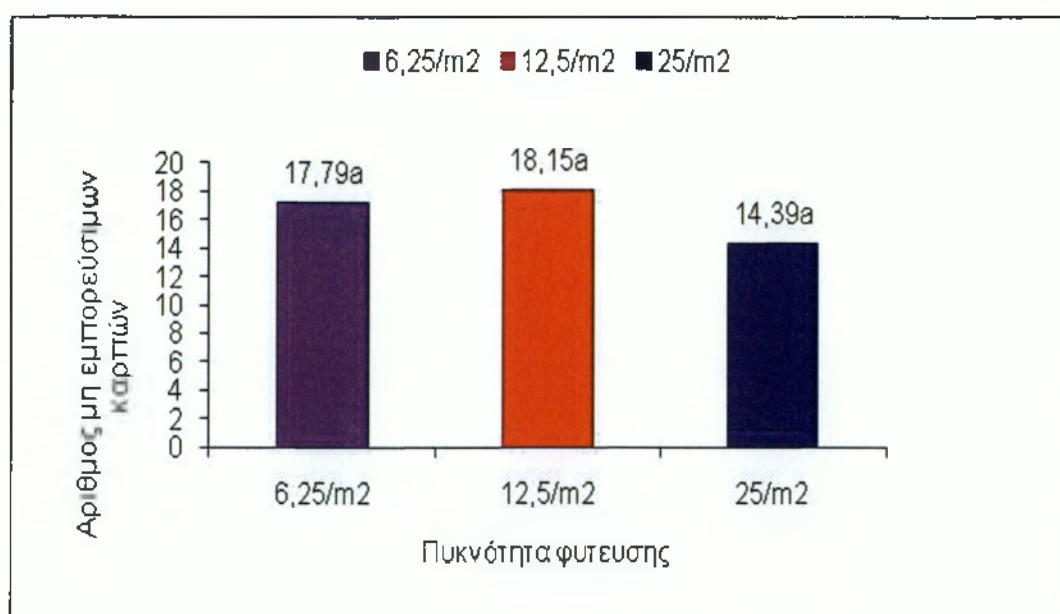
Πίνακας 5: Αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	17,79a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	18,15a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	14,39a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του πίνακα (5), διαπιστώνεται ότι ο αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών, δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης (αποδίδεται και γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα).

Διάγραμμα 5: Αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό



#### 6.6.4 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην συνολική παραγωγή μη εμπορεύσιμων καρπών (συνολικό βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό).

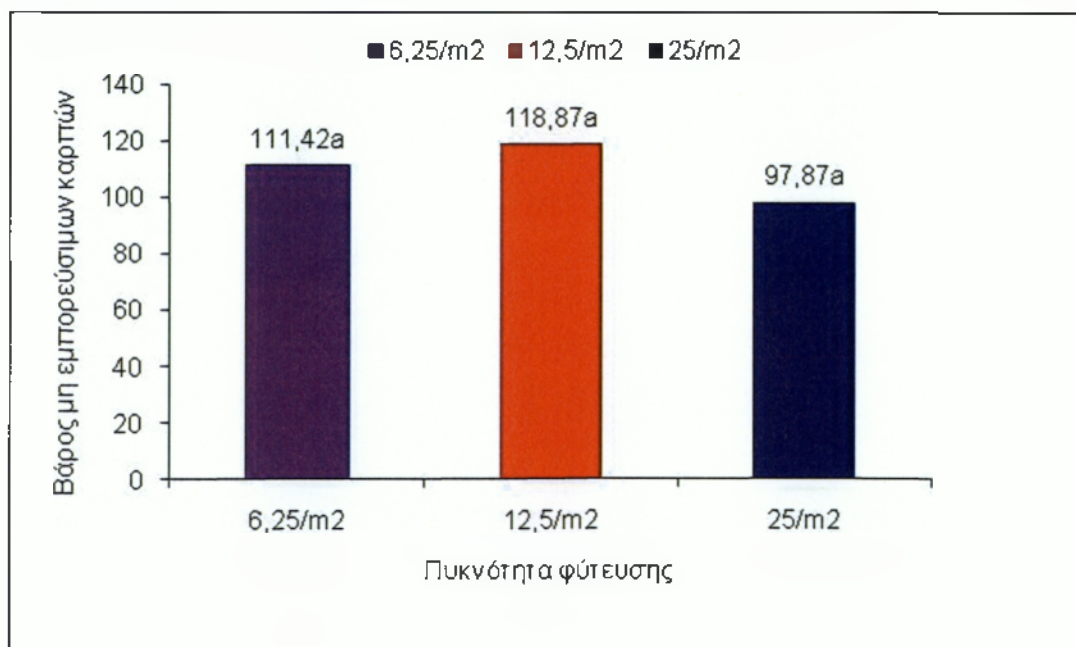
Πίνακας 6: Συνολικό βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό.

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΒΑΡΟΣ ΜΗ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ (g)
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	111,42a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	118,87a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	97,87a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του Πίνακα (6), διαπιστώνεται ότι το βάρος των μη εμπορεύσιμων καρπών, δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης (αποδίδεται και γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα).

. Διάγραμμα 6: Συνολικό βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό



### 6.6.5 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή καρπών (αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό).

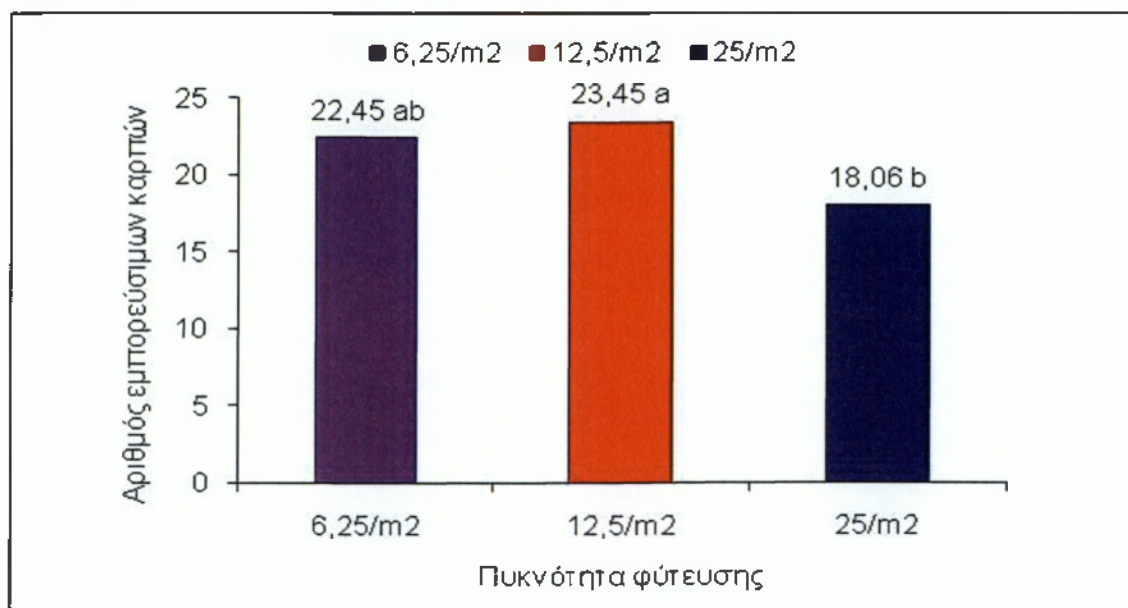
Πίνακας 7: Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ
6,25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	22,45 ab
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	23,45 a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	18,06 b

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ (p=0,05).

Από τα στοιχεία του Πίνακα (7), διαπιστώνεται ότι στην ενδιάμεση πυκνότητα φύτευσης ο αριθμός των εμπορεύσιμων καρπών είναι σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν της πυκνότερης φύτευσης, ενώ δεν διαφέρει σημαντικά με τον αριθμό εμπορεύσιμων καρπών της μικρότερης πυκνότητας φύτευσης.

**Διάγραμμα 7: Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών.**



### 6.6.6 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην απόδοση (συνολικό βάρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό και απόδοση σε kg/m<sup>2</sup>)

Πίνακας 8: Βάρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό.

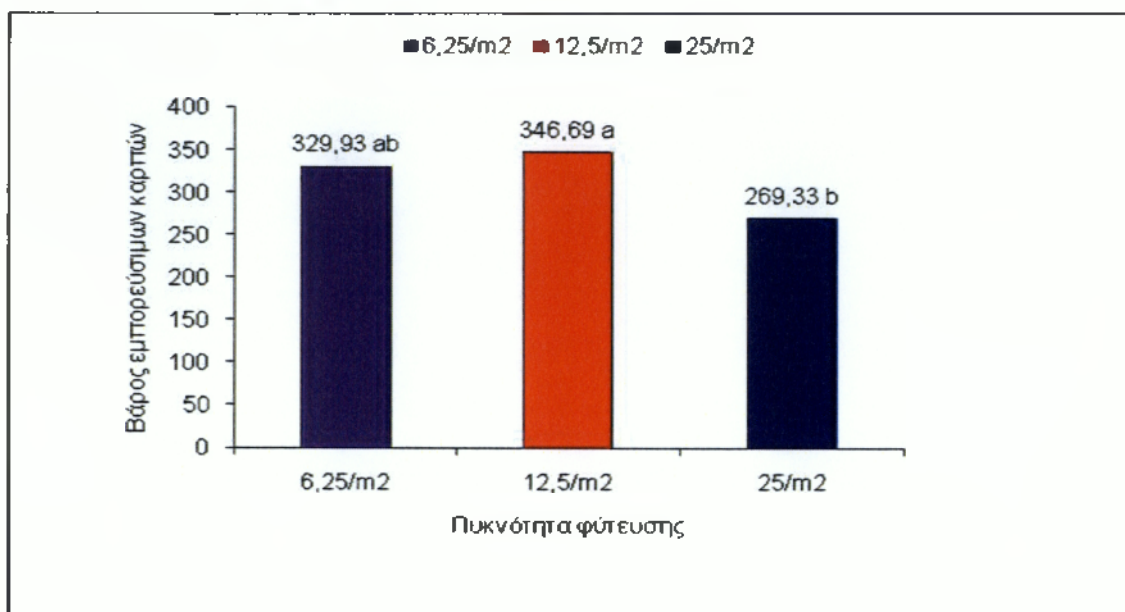
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΒΑΡΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ (g)	ΑΠΟΔΟΣΗ kg/m <sup>2</sup> ΚΑΡΠΩΝ (g)
6,25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	329.93 ab	2062.10 c
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	346.69 a	4333.66 b
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	269.33 b	6733.39 a

Πίνακας 4: Βάρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό.

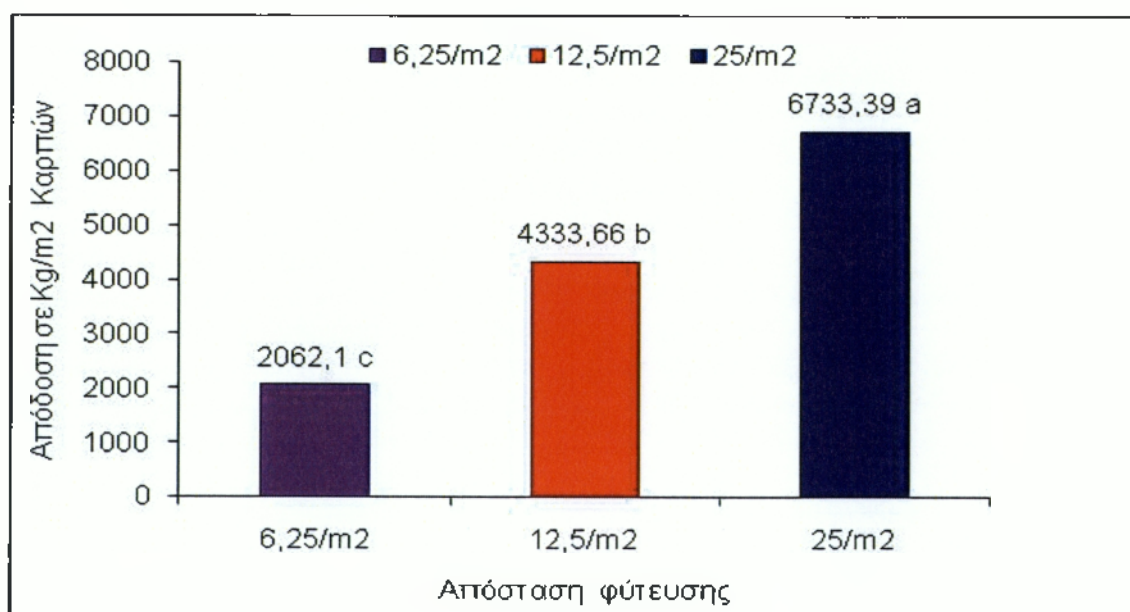
\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του Πίνακα (8), διαπιστώνεται ότι στην ενδιάμεση πυκνότητα φύτευσης το βάρος των εμπορεύσιμων καρπών είναι σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με την μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης. Αντίθετα, δεν διαφέρει σημαντικά με την μικρότερη πυκνότητα φύτευσης. Ενώ, αν η απόδοση εκφρασθεί ανά μονάδα επιφάνειας, στην πυκνότερη φύτευση (25 φυτά/m<sup>2</sup>) παρατηρείται σημαντικά ,μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις αραιότερες φυτεύσεις οι οποίες διαφέρουν και αυτές σημαντικά μεταξύ τους.

**Διάγραμμα 8: Βάρος (g) εμπορεύσιμων καρπών.**



**Διάγραμμα 9 : Απόδοση g/m<sup>2</sup> καρπών**



### 6.6.7 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην μικρή διάμετρο των εμπορεύσιμων καρπών

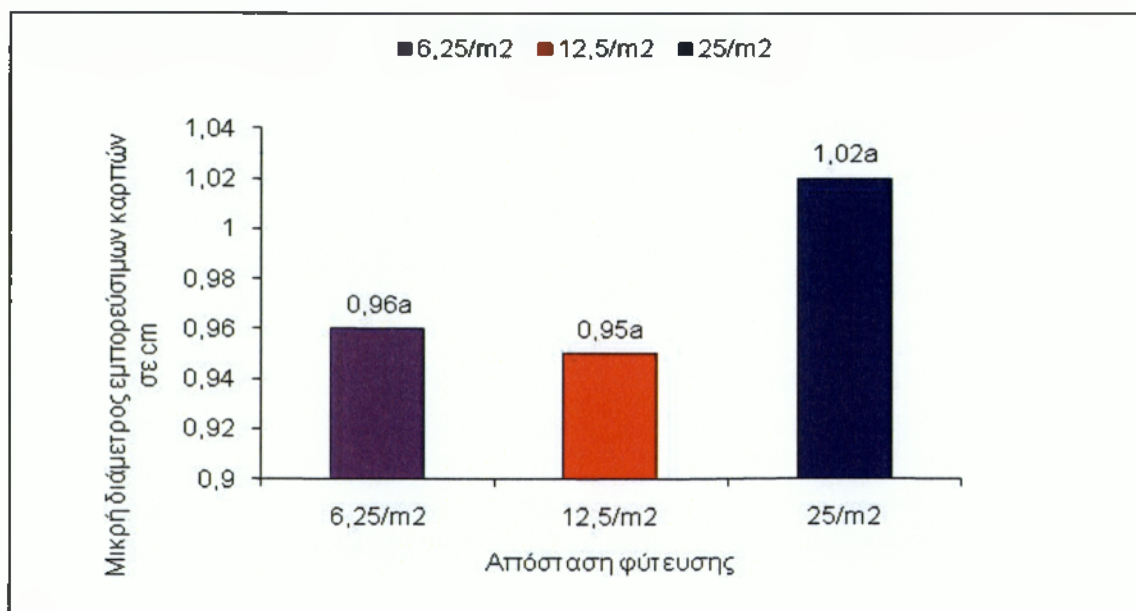
Πίνακας 9: Μικρή διάμετρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΜΙΚΡΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ(cm)
6,25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	0.96a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	0.95a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	1.02a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τον Πίνακα (9), διαπιστώνεται ότι η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρεάζει τη μικρή διάμετρο των καρπών.

**Διάγραμμα 10: Μικρή διάμετρος εμπορεύσιμων καρπών.**



### 6.6.8 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην μεγάλη διάμετρο των εμπορεύσιμων καρπών.

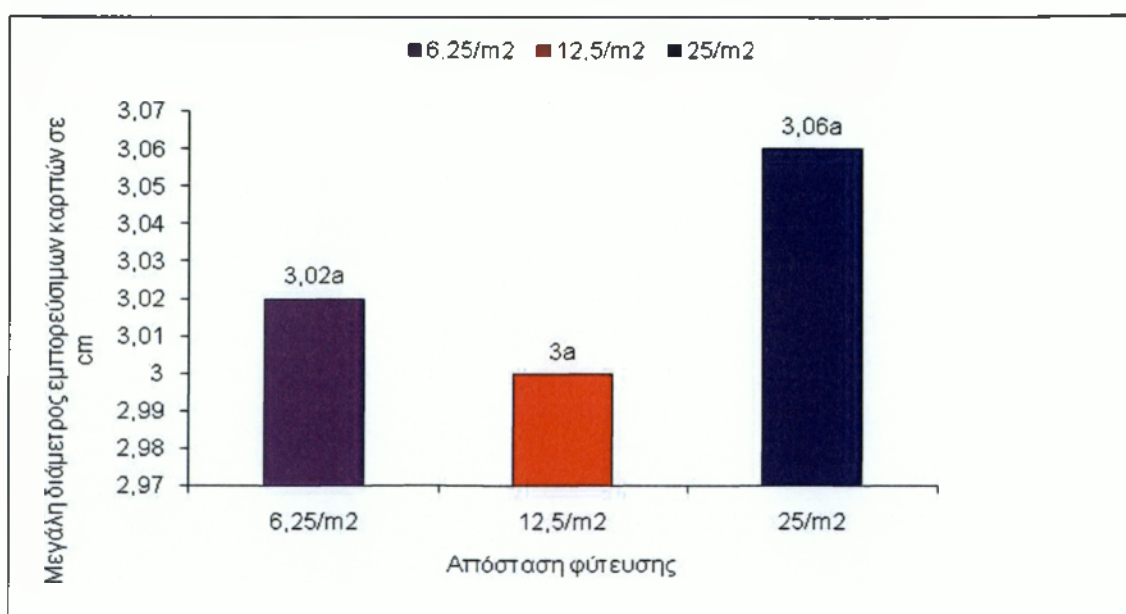
Πίνακας 10: Μεγάλη διάμετρος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό.

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ(cm)
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	3.02a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	3.00a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	3.06a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του Πίνακα (10), διαπιστώνεται ότι η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρεάζει τη μεγάλη διάμετρο των καρπών.

Διάγραμμα 11: Μεγάλη διάμετρος (cm) εμπορεύσιμων καρπών.



### 6.6.9 Η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή της φράουλας στο μήκος των εμπορεύσιμων καρπών

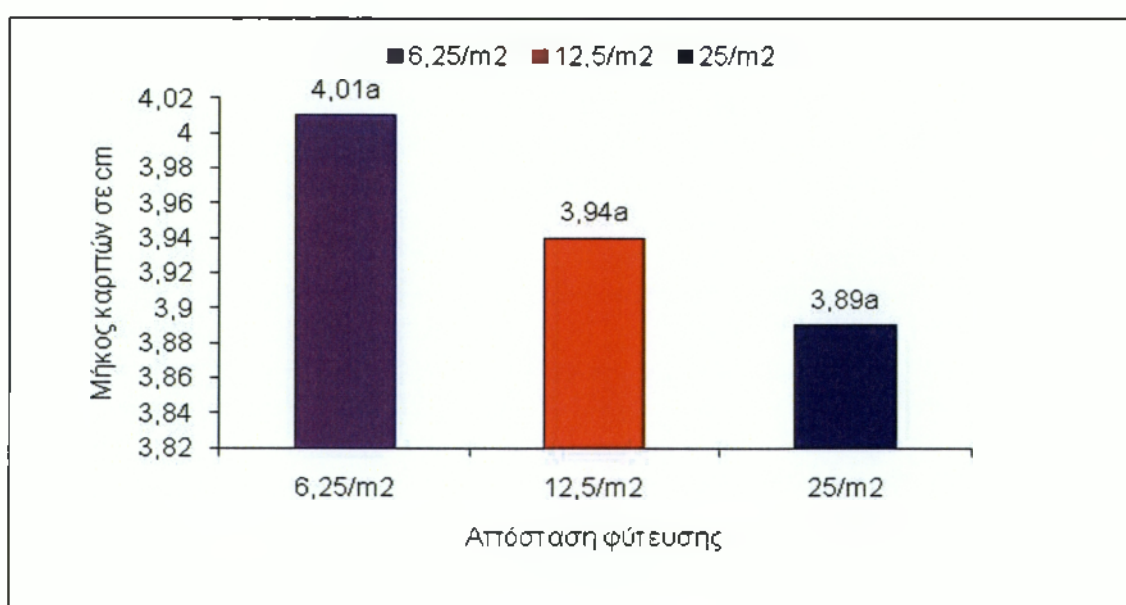
Πίνακας 11: Μήκος εμπορεύσιμων καρπών/ φυτό.

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΚΑΡΠΙΩΝ(cm)
6,25 ( φυτά/m <sup>2</sup> )	4.01a
12,5 (φυτά/m <sup>2</sup> )	3.94a
25 (φυτά/m <sup>2</sup> )	3.89a

\* Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο Ε.Σ.Δ.

Από τα στοιχεία του Πίνακα (11), η πυκνότητα φύτευσης δεν επηρεάζει το μήκος των καρπών.

Διάγραμμα 12: Μήκος (cm) εμπορεύσιμων καρπών.





## Συμπεράσματα

Σε υπαίθριες καλλιέργειες στο έδαφος, τα φυτά φράουλας φυτεύονται συνήθως σε σαμάρια ύψους 30cm, πλάτους 70cm (διπλή σειρά φυτών). Τα σαμάρια απέχουν μεταξύ τους (κέντρο με κέντρο) 1.2-1.5m. Οι γραμμές φύτευσης απέχουν 30-35cm ενώ επάνω στην κάθε γραμμή οι αποστάσεις είναι 30-40cm. Χρησιμοποιώντας αυτές τις αποστάσεις, οι πληθυσμοί των φυτών κυμαίνονται μεταξύ 3.950-5.340 φυτά/ στρέμμα (περίπου 3.9-5.3φυτά/m<sup>2</sup>) ((Legard *et al.*, 2003). Σε αυτές τις περιπτώσεις, το 50% της καλλιεργούμενης έκτασης καλύπτεται από διαδρόμους.

Στις υπό κάλυψη καλλιέργειες φράουλας, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται διάφορες υδροπονικές μέθοδοι, όπως καλλιέργεια σε περλίτη, πετροβάμβακα, cocosoil, NFT κλπ. Σε συνθήκες υδροπονίας, χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες πυκνότητες φύτευσης που κυμαίνονται από 5.9-9.3φυτά/m<sup>2</sup>.

Σε διάφορες ερευνητικές εργασίες σε υδροπονικές καλλιέργειες φράουλας, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες πυκνότητες φύτευσης. Οι Radajewska και Aumiller (1997) σε καλλιέργεια της ποικιλίας *Selva* σε σάκους τύρφης παρατήρησαν ότι σε πυκνότητα 12.5φυτά/m<sup>2</sup> η συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή ήταν 2.07kg/m<sup>2</sup>. Οι Dijkstra *et al.*, (1993) παρατήρησαν γραμμική αύξηση της παραγωγής (1.94-2.51kg/m<sup>2</sup>) καθώς η πυκνότητα φύτευσης αυξήθηκε από τα 4.3 στα 8.5φυτά/m<sup>2</sup>. Ο Taceda, (2000) δοκίμασε μεγαλύτερες πυκνότητες φύτευσης της τάξεως των 17.2 φυτών/m<sup>2</sup> στις ποικιλίες *Chandler* και *Camarosa* και αναφέρει αποδόσεις σε εμπορεύσιμους καρπούς κυμάνθηκαν γύρω στα 14 kg/m<sup>2</sup> σε καλλιεργητική περίοδο διάρκειας 7 μηνών.

Στην παρούσα εργασία η συνολική απόδοση/ φυτό της ποικιλίας *Festival* σε εμπορεύσιμους καρπούς μειώθηκε στην υψηλή πυκνότητα φύτευσης των 25φυτών/m<sup>2</sup> σε σχέση με την ενδιάμεση πυκνότητα φύτευσης. Υπολογίζοντας όμως την απόδοση σε kg/m<sup>2</sup> παρατηρείται ότι η απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας αυξάνεται αυξανόμενης της πυκνότητας φύτευσης: 0.96, 1.7L και 2.33 kg/m<sup>2</sup> από την αραιότερη στην πυκνότερη φύτευση αντίστοιχα.

Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι η παραγωγή (συγκομιδή από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο) σε όλες τις πυκνότητες φύτευσης, κυμαίνεται σε αποδεκτά επίπεδα σε σχέση με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, γεγονός το οποίο αποδεικνύει ότι η φράουλα καλλιεργούμενη σε συνθήκες επίπλευσης μπορεί να προσεγγίσει αποδεκτά επίπεδα παραγωγής.

Σε αντίστοιχα πειράματα στο Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας σε καλλιέργειες των ποικιλιών *Catonga* και *Camarosa* στο σύστημα επίπλευσης, σε καλλιεργητική περίοδο 8 μηνών και διάστημα συγκομιδής 6 μηνών χρησιμοποιώντας τις ίδιες πυκνότητες φύτευσης, παρατηρήθηκε επίσης αύξηση της απόδοσης σε εμπορεύσιμους καρπούς, ανά μονάδα επιφάνειας σε συνάρτηση με την αύξηση της πυκνότητας φύτευσης.

Πιο συγκεκριμένα, για τις ποικιλίες *Catonga* και *Camarosa* σημειώθηκαν αποδόσεις 3,11, 3,96, 6,73 kg/m<sup>2</sup> και 2,62, 4,70 και 7,85 kg/m<sup>2</sup> από την αραιότερη στην πυκνότερη φύτευση αντίστοιχα. (Πλατή, 2009 και Σαγιά, 2010).

Η παραγωγή μη εμπορεύσιμων καρπών δεν έδειξε να επηρεάζεται σημαντικά από την πυκνότητα φύτευσης, γεγονός το οποίο συμφωνεί με τα αποτελέσματα στην ποικιλία *Camarosa* (Πλατή, 2009). Αντίθετα, στην ποικιλία *Catonga* (Σαγιά, 2010) αναφέρεται σημαντικά μεγαλύτερη παραγωγή μη εμπορεύσιμων καρπών, στην ενδιάμεση πυκνότητα φύτευσης.

Σε ότι αφορά την ογκομετρούμενη οξύτητα και το βαθμό brix και τα δυο αυτά ποιοτικά χαρακτηριστικά δεν έδειξαν να επηρεάζονται από την πυκνότητα φύτευσης. Συγκριτικά με διάφορες αναφορές άλλων ερευνητών, και τα δυο αυτά χαρακτηριστικά στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται σε φυσιολογικά αποδεκτά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές στα ολικά διαλυτά στερεά κυμαίνονται μεταξύ 4,6 έως 11,9 % και στην ογκομετρούμενη οξύτητα οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 0,42 έως 1,24 %.<sup>30</sup>

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το υδροπονικό σύστημα επίπλευσης δείχνει να παρέχει την δυνατότητα ικανοποιητικής παραγωγής στα φυτά φράουλας.
- Η φράουλα φαίνεται να ανέχεται τις συνθήκες υποξίας που δημιουργούνται στο ριζικό σύστημα.
- Σε ότι αφορά την παράμετρο των μη εμπορεύσιμων καρπών φαίνεται ότι η ποικιλία *Festival* ανέχεται υψηλές πυκνότητες φύτευσης (25φυτά/m<sup>2</sup>) χωρίς να αυξάνεται σημαντικά ο αριθμός και η συνολική παραγωγή μη εμπορεύσιμων καρπών.

---

<sup>30</sup> (Kader, Adel., 1991.)

- Σε ότι αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της οξύτητας και του βαθμού brix φαίνεται επίσης ότι η ποικιλία Festival ανέχεται υψηλές πυκνότητες φύτευσης (12,5 και 25φυτά/m<sup>2</sup>) χωρίς την υποβάθμιση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών.

Συμπερασματικά, θα πρέπει να γίνει επανάληψη της ερευνητικής προσπάθειας για την εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων, ιδιαίτερα στην παράμετρο της παραγωγής μη εμπορεύσιμων καρπών. Η παράμετρος αυτή μπορεί να είναι επηρεασμένη από κάποιο πειραματικό σφάλμα, λόγω των μικρών προσβολών από βοτρυτή, καθώς και λόγω της εμβάπτισης στο θρεπτικό διάλυμα κάποιων καρπών των φυτών που είχαν φυτευθεί περιμετρικά των πλακών. Το γεγονός αυτό χρειάζεται επίσης διερεύνηση σε ότι αφορά το τεχνικό του μέρος σε μια εμπορικής κλίμακας καλλιέργεια.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εικόνα 6. Δεξαμενή συστήματος επίπλευσης.



Εικόνα 7. Καρπός φράουλας ποικιλίας *Festival*.



Εικόνα 8. Φυτά φράουλας στο σύστημα επίπλευσης.



Εικόνα 9. Καρποί φράουλας ποικιλίας *Festival*.



Εικόνα 9. Φυτό φράουλας με καρπούς και άνθη.



Εικόνα 10. Φυτό ποικιλίας *Festival*



Εικόνα 13. Προσβολή καρπού από βοτρώτη.



Εικόνα 11 Συγκομιδή καρπών.



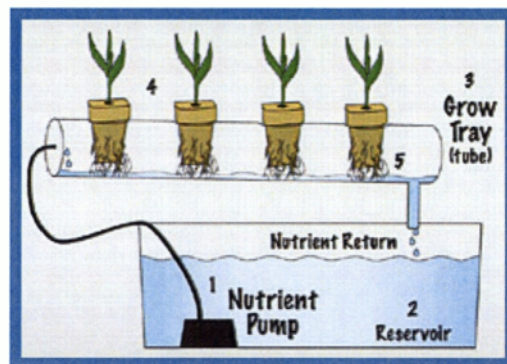
Εικόνα 14. Σάκι πετροβάμβακα



Εικόνα 12. Σηψηριζία



Εικόνα 15. Σύστημα NFT.



Εικόνα 16.Σύστημα Αεροπονίας



Εικόνα 17.Εφαρμογή του σκευάσματος SPIDEX



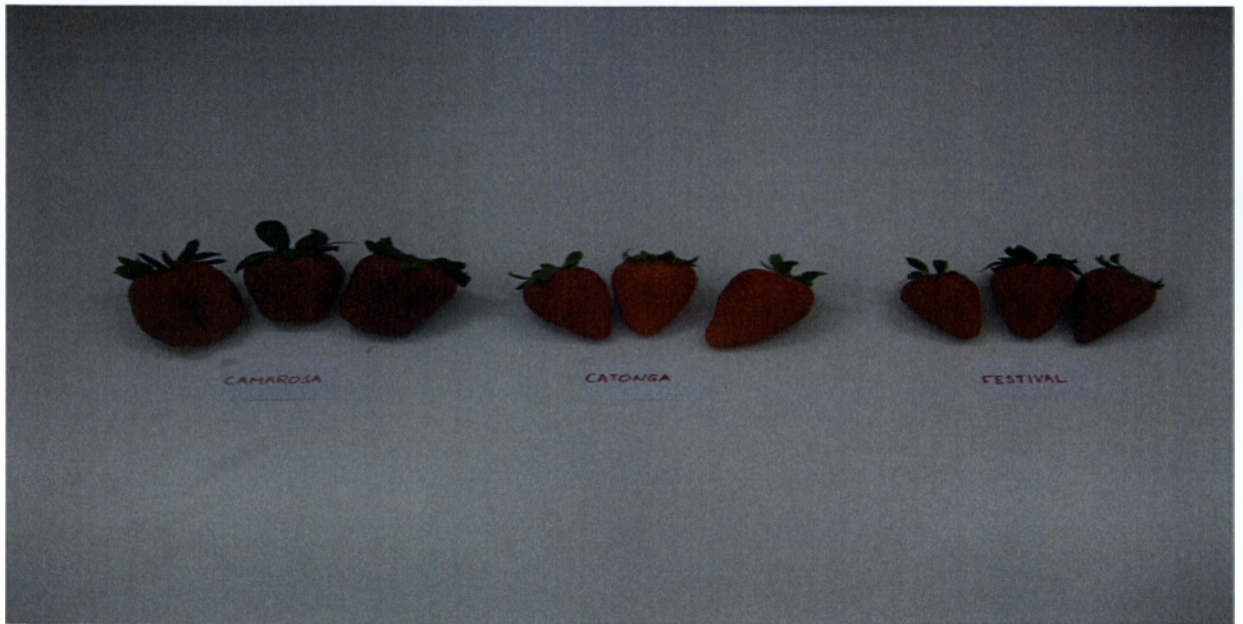
Εικόνα19.Σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας



Εικόνα 18.Βιολογικό σκεύασμα του *Phytoseiulus persimilis*.



Εικόνα 20.Φυτά Ποικιλίας: *Camarosa*, *Catonga*, *Festival*.



Εικόνα 21. Στόλωνες.



Εικόνα 22.Μετρήση βάρους καρπού.

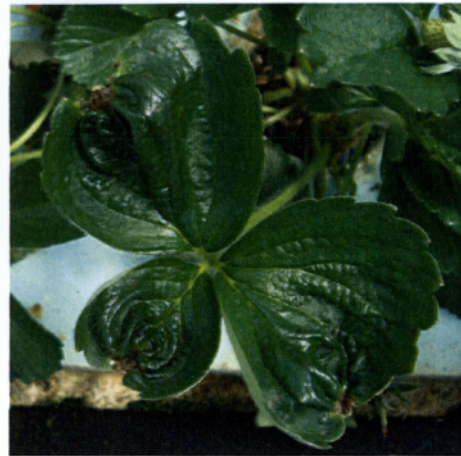




**Εικόνα 23. Μέτρηση μήκους.**



**Εικόνα 25. Σύμπτωμα έλλειψης ασβεστίου στα φύλλα.**



**Εικόνα 24. Μέτρηση μικρής και μεγάλης διαμέτρου.**



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βασιλακάκης Δ.Μ.,(2006). Μικρά οπωροφόρα, Εκδόσεις Άγιος-Σάββας Δ.
2. Μαυρογιαννόπουλος, Γεώργιος Ν., (1994), Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα, Α. Σταμούλης, Αθήνα
3. Κανάκης Γ. Ανδρέας,(2004). Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
4. Βασιλακάκης, Δ.Μ. (1997). Μικρά Οπωροφόρα, Θεσσαλονίκη
5. Παρασκευόπουλος, Π. Κοσμάς,(1995) Σύγχρονη Λαχανοκομία,,Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα
6. Δημητράκης, Κ.Γ. (1998). Λαχανοκομία, Αθήνα
7. Resh,Howard M, (1985), Hydroponic food production: a defenit guide book of soilless food-growing methods, 5<sup>th</sup> edition, Woodbridge Press Publishing Company, California
8. Smith, Dennis,(1987), Rockwool in Horticulture, Grower books, London
9. Κώτσιρας Ι. Αναστάσιος, (2009). Υδροπονικές καλλιέργειες, Σημειώσεις λαχανοκομίας IV ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.
10. Σάββας Δ, Λαχανοκομία ΙΙΙ, Καλαμάτα
11. Κανάκης Α.,(1998). Σημειώσεις λαχανοκομίας ΙV, (Εκτός εδάφους καλλιέργειες), Έκδοση ΤΕΙ Καλαμάτας.
12. Radajewska, B.,Aumilller,A .(1997).Influence of cultivation system on the yield of strawberries in an unheated glasshouse.Acta Hortic : 439, 481-482

13. Massantini.F,(1976), Floating hydroponics; A new method of of soilless culture. In:Proc. Inter Working Group on Soilless Culture, 4<sup>th</sup> International Congress on Soilless Culture, Las Palmas, Canary Islands, Spain
14. Kader,Adel.,1991.Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry , p. 145-152, In: A.Dale and Luby (editors). The strawberry into the 21<sup>st</sup>. Timber Press, Portland, Oregon.
15. Ορφανός, Παναγιώτης. (2005). Φράουλα - Εξαγωγές. Φρουτονέα 73:28-30
16. Μπλάτσου Β., (2009). Παραγωγή και ποιότητα φράουλας ποικιλίας *Festival* σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης. Πτυχιακή μελέτη, ΑΤΕΙ Καλαμάτας.
17. Σαγιά Σοφία., (2010). Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα φράουλας ποικιλίας *Catonga*. Πτυχιακή μελέτη, ΑΤΕΙ Καλαμάτας.
18. Πλατή Α., (2009). Παραγωγή και ποιότητα φράουλας ποικιλίας *Camarosa* σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης. Πτυχιακή μελέτη, ΑΤΕΙ Καλαμάτας.

#### Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

1. <http://strawberry.ifas.ufl.edu/plantpathfiles/Festivalfull.htm>
2. [http://www.nccrop.com/varieties.php/17/Strawberry\\_Plants](http://www.nccrop.com/varieties.php/17/Strawberry_Plants)
3. [http://www.emcocal.com/PDF/UF\\_Strawberry%20Festival%20v.2US.pdf](http://www.emcocal.com/PDF/UF_Strawberry%20Festival%20v.2US.pdf)
4. <http://www.emcocal.com/festival.htm>
5. <http://www.foodreference.com/html/a-strawberry-history.html>
6. <http://www.vita.gr/html/ent/953/ent.5953.asp>
7. <http://www.todaymarket.com>
8. <http://www.hargreavesplants.com/template.php?sectionId=11>