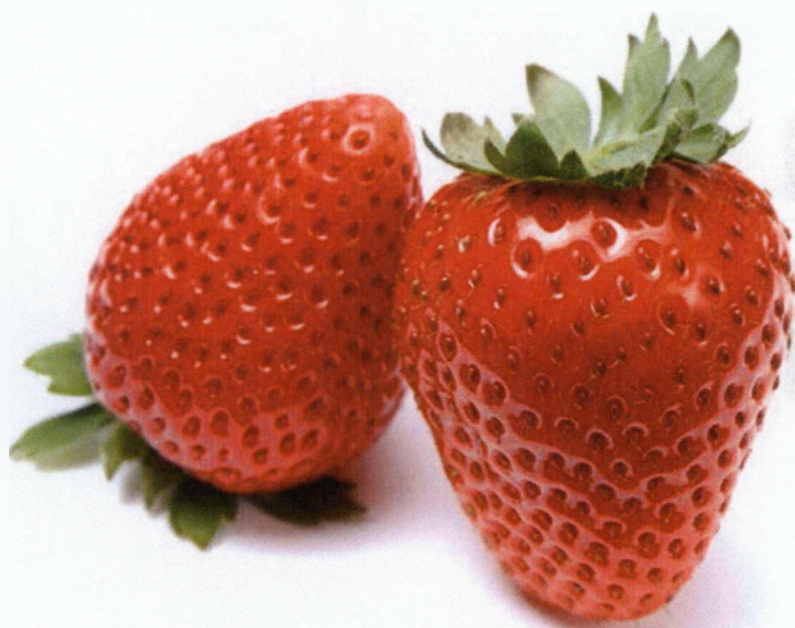


ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΝFT ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ



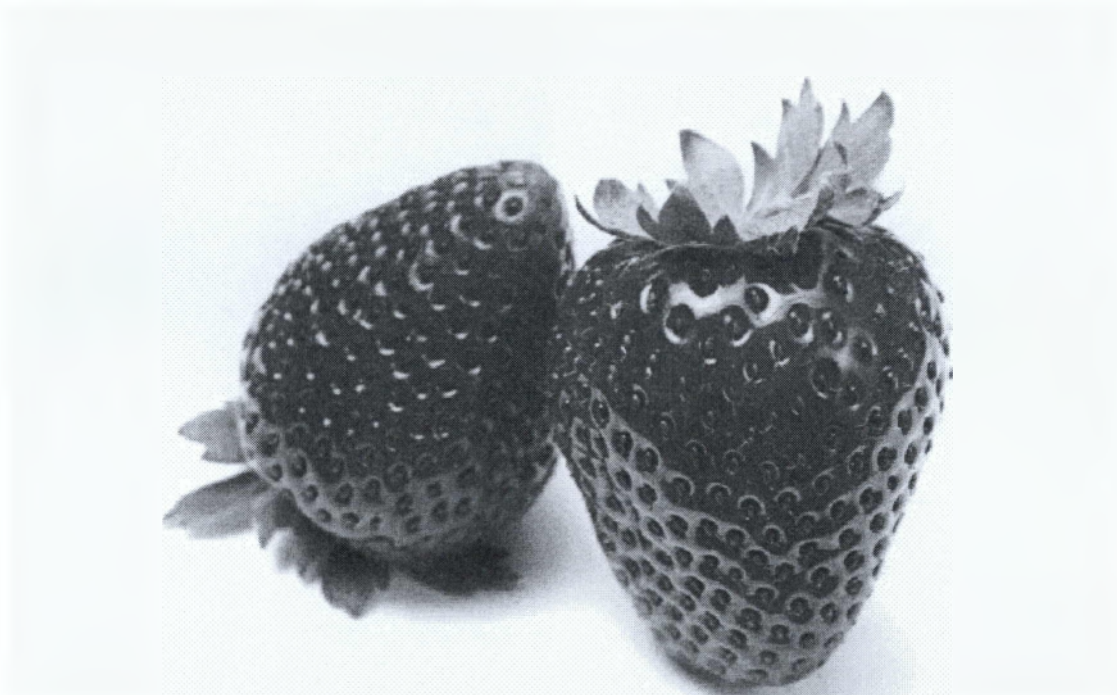
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

φ.π. 005

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΓ
ΤΜΗΜΑ ΦΠ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΝFT ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΓ
ΤΜΗΜΑ ΦΠ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ NFT ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΤΣΙΡΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Ανάστασιο Κώτσιρα για την πολύτιμη καθοδήγησή του. Επιπλέον, Θέλω να ευχαριστήσω τους καθηγητές, Χρήστο Μουρούτογλου και Αλέξιο Αλεξόπουλο, καθώς και τον κ. Καλλίμαχο Νηφάκο για την συνεργασία τους και την άμεση ανταπόκρισή τους στην έρευνα που πραγματοποίησα για την συγκέντρωση των στοιχείων. Επιπρόσθετα, οφείλω να αφιερώσω την πτυχιακή μου εργασία στους γονείς μου που μου συμπαραστάθηκαν όλα αυτά τα χρόνια φοίτησης μου στο Τ.Ε.Ι Πελοποννήσου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	5
Εισαγωγή.....	6
ΜΕΡΟΣ 1.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Τεχνική της καλλιέργειας της φράουλας.....	10
	10
1.1. Γενικά.....	
1.2. Περιγραφή της φράουλας.....	11
1.2.1. Ριζικό σύστημα	12
1.2.2. Βλαστός	13
1.2.3. Στόλωνες	13
1.2.4. Φύλλα	14
1.2.5. Ταξιανθία	14
1.2.6. Άνθος	15
1.2.7. Καρπός	15
1.2.8. Σπέρματα	16
1.3. Πολλαπλασιασμός	16
	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Θερμοκήπια.....	
2.1. Θερμοκηπακές εγκαταστάσεις στη Ελλάδα	17
2.1.1. Υδροπονικές καλλιέργειες	18
2.2. Γενικές έννοιες και ορισμοί	18
2.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εκτός εδάφους	19
2.4. Μέθοδοι υδροπονικών καλλιεργειών	21
2.4.1. Αεροπονία	25
ΜΕΡΟΣ 2	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Υλικά και μέθοδοι	30
3.1. Φυσικό υλικό	30
3.2. Φύτευση.....	31
3.2.1 Δοχείο παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος	35
	40
Αποτελέσματα	
Συμπεράσματα	44

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να την σύγκριση της ανάπτυξης και της παραγωγής της φράουλας σε δυο διαφορετικά υδροπονικά συστήματα: σε NFT και σε περλίτη.

Η καλλιέργεια της φράουλας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και είναι χρήσιμο να καταγραφούν τα αποτελέσματα με στόχο την εξάπλωση της εκτός εδάφους καλλιέργειας της φράουλας στην Ελλάδα, ώστε να υπάρξει βελτίωση στην παραγωγή, και στην ποιότητα και με τρόπο πιο φιλικό στο περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό. Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζεται η τεχνική καλλιέργειας της φράουλας και στο πειραματικό μέρος, περιγράφεται όλη η διαδικασία του πειράματος και τα αποτελέσματα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στατιστικά Στοιχεία

Αποδόσεις – καλλιεργούμενες εκτάσεις

Παρακάτω παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία που αφορούν την στρεμματική απόδοση, την συγκομιδή και τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της φράουλας στην Ευρώπη.

Πίνακας 1. Στρεμματική απόδοση (100 κιλά / εκτάριο)

ΧΩΣ/ΤΙΜΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European nion (EU6- 972, EU9- 980, EU10- 985, EU12- 994, EU15- 004, EU25- 006, EU27)	186,6	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgium	330	295	307,7	372,7	400	381,8	238,2	241,2	241,3	213	225,8	241,9	:
Bulgaria	:	74,3	65	44,8	57,5	60	62,8	48,1	71,7	432,1	83	70	:
Czech Republic	42,8	48,2	46,7	27,5	45	32	46,7	41,4	53,9	53,9	69,8	42,7	43,6
Denmark	40	40	50	45,6	46	64,4	67,8	:	:	63,1	60,5	70,2	:
Germany until 1990 former erritory of the FRG)	108,5	112,4	106,4	91,6	101,2	109,3	121,9	121,9	115,8	122,2	115	111,5	:
Estonia	24,6	23,3	14,3	11,7	16	24	18	22,5	26,7	:	16,7	26,7	:
Ireland	60	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Greece	180	180	170	295	332,5	264	250	335,7	317,1	:	342,6	379,4	:
Spain	331	321,5	313	290,3	434,9	368,9	402	333,2	393,4	371,4	394	749,6	:
France	149,5	140,3	136,1	128,1	148,3	151,6	146,3	142,9	145	:	161,9	1.663,4	:
Italy	280,7	255	235,8	249,8	270,5	253,1	251,4	267,7	238,7	181,9	256,8	:	:
Cyprus	170	170	184,2	163,3	166,5	190,7	181,5	209,8	194,9	373,2	558,8	334,2	:
Latvia	57,5	32,5	26,4	30	36,7	57,1	44	46,7	50	23,3	20	20	:
Lithuania	17,5	21,8	18,2	21,4	20	34	18,9	27,6	31,7	33,3	21	28,9	:
Luxembourg	:	:	:	:	:	:	115	115	65	95	85	95	:
Hungary	:	:	92	53,3	53,8	55,7	132	84,1	108,3	113,9	70,8	85,5	:
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	530,8	586,2	:
Netherlands	245	242,9	251,4	239,3	228,1	243,8	230,3	252,8	260,7	263	262,3	284,5	276,1
Austria	164,2	153,3	140,9	146,4	160	148,2	131,8	128,3	150,7	136,5	131	112,4	78,3
Poland	27,6	36,8	40,3	29,9	35,4	33,5	34,8	33,4	37,1	37,1	34,2	34,6	32,2
Portugal	226,8	229,7	218,6	218,9	:	:	:	:	:	:	:	233	:

Romania	48,8	102,2	93,9	78,4	85,3	81,8	92,2	56,5	83,3	87	80	71,1	71,4
Slovenia	190	190	130	120	170	:	196,9	161,7	151	186,7	:	:	:
Slovakia	25,6	50	20	30	30	30	23,6	21,7	28,9	61,3	72	35,9	:
Finland	24,8	28,9	28,3	21,1	26,9	28,9	266,8	29	34,8	35,4	31,1	37,9	:
Sweden	46,7	49	44,6	41,8	57,5	50,4	56,2	70,5	58,6	61,5	61,8	72	:
United Kingdom	109,4	107,4	124,2	142,7	149,7	176,1	164,2	198,2	:	:	257,5	:	:
Iceland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Liechtenstein	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Norway	:	:	:	:	71,3	59,4	66,3	60,7	66	:	:	:	:
Switzerland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Croatia	110	110	130	94,2	98,1	102,2	94,9	91,5	80,4	88,1	88,4	124,2	:
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	86,7	55	:	:	:	:	:	:	:	:	58,4	:	:
Turkey	:	120,6	145	144,2	158,2	200	203	229,6	237,3	:	:	251,7	270,8
Albania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	75,3	67,3

* (:) = Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

Πίνακας 2. Συγκομιδή (1000 τόνοι)

ΧΩΡΟΣ/ΧΡΟΝΟΣ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΥ6-972, ΕΥ9-980, ΕΥ10-985, ΕΥ12-994, ΕΥ15-004, ΕΥ25-006, ΕΥ27)	899	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgium	42,9	41,3	40	41	44	42	40,5	41	37,4	33	35	37,5	:
Bulgaria	:	15,6	15,6	11,2	11,5	6,6	8,8	6	8,6	8,6	5,7	7	:
Czech Republic	12,4	10,6	1,4	1,1	1,8	1,6	2,8	2,6	3,8	3,8	3,5	2,2	2
Denmark	4	4,4	4	4,1	4,6	5,8	6,1	:	:	5,9	5,9	7,1	:
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	104,2	110,1	105,3	95,3	119,4	146,5	173,2	158,7	150,9	158,6	156,9	154,4	:
Estonia	2,7	1,4	1	0,7	0,8	1,2	0,9	0,9	0,8	:	0,5	0,8	:
Ireland	0,6	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Greece	9	9	8,5	11,8	13,3	13,2	12,5	23,5	22,2	:	42,5	43,7	:
Spain	354,2	315,1	278,6	264,2	334,9	320,9	333,5	269,1	267,5	263,7	275,4	514	:
France	59,8	54,7	51,7	47,4	53,4	57,6	51,2	44,3	43,5	:	46,6	492,5	:
Italy	196,5	173,4	150,9	154,9	167,7	146,8	143,3	160,6	143,2	56,4	153,9	:	:
Cyprus	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,8	1,2	1,4

Latvia	4,6	3,9	2,9	3,3	3,3	4	2,2	1,4	2	0,7	0,6	0,8	:
Lithuania	1,4	2,4	2	3	2,8	10,2	3	4,3	4,3	4,3	2,1	2,6	:
Luxembourg	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	:
Hungary	12	12,7	4,6	3,2	4,3	3,9	6,6	4,6	6,7	6,6	3,8	4,3	:
Malta	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	:
Netherlands	34,3	34	35,2	35,9	36,5	39	39,2	43	42,2	43	42	47	49
Austria	19,7	18,4	15,5	16,1	17,6	16,3	14,5	14,4	19,4	17,1	16,4	14,2	9,9
Poland	171,3	242,1	153,1	131,3	185,6	184,6	193,7	174,6	200,7	198,9	176,7	:	:
Portugal	13,1	12,9	11,5	12,1	:	:	:	:	:	:	:	12,7	:
Romania	11,7	18,4	16,9	14,9	14,5	18	21,2	16,4	21,1	21,8	21,3	18,8	18,1
Slovenia	1,9	1,9	1,3	1,2	1,7	2,2	2	1,8	1,9	2,1	0	0	0
Slovakia	4,6	0,5	0,4	0,6	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	1,2	1,4	0,8	:
Finland	11,9	13	11,6	8	9,7	10,1	10,4	9,7	11,2	11,6	10,3	12,8	:
Sweden	12,6	9,3	9,8	9,2	11,5	12,1	11,7	13	11,7	11,7	11,5	12,9	:
United Kingdom	36,1	36,5	38,5	47,1	52,4	66,9	73,9	87,2	:	:	103	:	:
Iceland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0	:
Liechtenstein	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Norway	:	:	:	:	11,4	9,5	10,6	9,1	9,9	:	:	:	:
Switzerland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Croatia	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	2,2	2,6	1,2	1,3	1,5	1,8	2	:
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	5,2	3,3	:	:	:	:	:	:	:	:	4	:	:
Turkey	:	117	145	150	155	200	211,1	250,3	261	276	:	302	352
Albania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	:	6,8	8,4	:	:	:	:	8,8	8,7

* (:)= Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

Πίνακας 3. Περιοχή Καλλιέργειας (1000 εκτάρια)

ΕΘΝΟΣ/ΧΡΟΝΟΣ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ευρωπαϊκή Ένωση (EU6-72, EU9-10, EU10-15, EU12-14, EU15-14, EU25-16, EU27)	48,2	46,4	44,1	44,4	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Βέλγιο	1,3	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,7	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	:
Βουλγαρία	:	2,1	2,4	2,5	2	1,1	1,4	1,2	1,2	0,2	0,7	1	:
Τσεχική Δημοκρατία	2,9	2,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Δανία	1	1,1	0,8	0,9	1	0,9	0,9	:	:	0,9	1	1	:
Γερμανία (μέχρι 1990) και άλλοι	9,6	9,8	9,9	10,4	11,8	13,4	14,2	13	13	13	13,6	13,8	:

territory of the FRG)													
Estonia	1,1	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	†	0,3	0,3	†
Ireland	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	†	†	†	†	†	†
Greece	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	†	1,2	1,2	†
Spain	10,7	9,8	8,9	9,1	7,7	8,7	8,3	8,1	6,8	7,1	7	6,9	†
France	4	3,9	3,8	3,7	3,6	3,8	3,5	3,1	3	†	2,9	3	†
Italy	7	6,8	6,4	6,2	6,2	5,8	5,7	6	6	3,1	6	†	†
Cyprus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
Latvia	0,8	1,2	1,1	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	†
Lithuania	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	3	1,6	1,6	1,4	1,3	1	0,9	1
Luxembourg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	†
Hungary	†	†	0,5	0,6	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Malta	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	0	†
Netherlands	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8
Austria	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Poland	62	65,8	38	43,9	52,4	55,1	55,6	52,3	54,2	53,6	51,7	†	45,7
Portugal	0,6	0,6	0,5	0,6	†	†	†	2	†	†	†	0,5	†
Romania	2,4	1,8	1,8	1,9	1,7	2,2	2,3	2,9	2,5	2,5	2,7	2,6	2,5
Slovenia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	†	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
Slovakia	1,8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Finland	4,8	4,5	4,1	3,8	3,6	3,5	0,4	3,3	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5
Sweden	2,7	1,9	2,2	2,2	2	2,4	2,1	1,8	2	1,9	1,9	1,8	†
United Kingdom	3,3	3,4	3,1	3,3	3,5	3,8	4,5	4,4	†	†	4	†	†
Iceland	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	0	†
Liechtenstein	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Norway	†	†	†	†	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	†	†	†	†
Switzerland	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Croatia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	†
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	0,6	0,6	†	†	†	†	†	†	†	†	0,7	†	†
Turkey	†	9,7	10	10,4	9,8	10	10,4	10,9	11	†	†	12	13
Albania	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
Bosnia and Herzegovina	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	1,2	1,3

* (:) = Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

ΜΕΡΟΣ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Η Τεχνική της καλλιέργειας της φράουλας

1.1. Γενικά

Η φράουλα είναι φυτό δικοτυλήδονο και ανήκει στο γένος *Fragaria*, ονομασία που προέρχεται από το λατινικό *Fragrans* και σημαίνει άρωμα το οποίο είναι χαρακτηριστικό στους καρπούς της φράουλας. Υπάγεται στην οικογένεια των Ροδιδών (*Rosaceae*) με 15 περίπου είδη ιθαγενή των βόρειων εύκρατων περιοχών. Κατά πάσα πιθανότητα η καταγωγή της είναι από τη Χιλή . Η φράουλα ονομάζεται στα αγγλικά *Strawberry*, στα γαλλικά *Fraisier* και στα γερμανικά *Erdbeere*. Στα ελληνικά η φράουλα απαντάται και με τις ονομασίες χαμοκέρασο και χαμαικέρασος.



Εικόνα 1. Καρποί φράουλας

Ο εμπορικός καρπός (το μούρο ή μμιαίκυλο) μετά την ωρίμανσή του χρησιμοποιείται ως επιτραπέζιο φρούτο αλλά και στη βιομηχανία για την Παρασκευή μαρμελάδας, χυμού και πηχτής. Επίσης χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική και στην αρωματοποιία.

Ο χυμός του είναι στυπτικός , ηρεμιστικός, καθαρτικό και δροσιστικός για αυτό και χρησιμοποιείται ως αντίδοτο στις αιμορραγίες, τη διάρροια και στη στηθάγχη.

1.2. Βοτανική Ταξινόμηση

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

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

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

1.3. Περιγραφή

Η φράουλα είναι πολυετής, έρπον κυρίως αλλά και αναρριχώμενο ποώδες φυτό με τριχωτά σύνθετα φύλλα που αποτελούνται από 3 φυλλάρια που τα περιθώρια τους είναι πριονωτά. Τα άνθη της είναι λευκά, μονογενή ή και ερμαφρόδιτα και φύονται σε μικρές ταξιανθίες που ξεκινούν από τις μασχάλες των φύλλων. Όσο ο χρόνος περνάει οι ρίζες του φυτού γίνονται ξυλώδεις και αναπτύσσονται παραφυάδες που ριζώνουν αναπτύσσοντας νέα φυτά. Ο καρπός της φράουλας είναι σύνθετος και αποτελείται από μια ανθοδόχη που έχει στην επιφάνεια της πολλά μικρά σπόρια. Η καλλιέργεια της φράουλας είναι αρκετά εύκολη ακόμα και για τους πιο αρχάριους¹.

Είναι πολυετής πόα μικρού μεγέθους, της οποίας τα φύλλα ξηραίνονται και απορρίπτονται κάθε φθινόπωρο. Το υπέργειο τμήμα σε φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος αναγεννάται κάθε άνοιξη. Τους μήνες Δεκέμβριος – Ιανουάριος η φράουλα βρίσκεται σε λήθαργο.

¹ Ανδρέας Γ. Κανάκης, εκδόσεις – αθ. Σταμούλης, Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο

1.3.1. Ριζικό σύστημα

Το μέγεθος της, ποικίλει ανάλογα με το είδος της φράουλας και εξαρτάται πρωτίστως από την τάση που έχει κάθε φυτό να σχηματίζει μικρό ή μεγάλο αριθμό στολώνων, επειδή τα νέα φυτά παράγονται από αυτούς. Όταν υπάρχουν λίγοι στόλωνες ανά φυτό, τότε το ριζικό σύστημα που παράγεται σε κάθε νέο φυτό του στόλωνα είναι μεγαλύτερο και πλουσιότερο. Επομένως είναι θέμα απόφασης του καλλιεργητή παραγωγής του αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού να αριθμήσει έτσι τον αριθμό των στολώνων ανά φυτό ώστε να υπάρξει μία ισορροπία ανάμεσα στον αριθμό παραγόμενων νέων φυτών και το μέγεθος τους, τέτοια που να διασφαλίζει και το καλό οικονομικό αποτέλεσμα της επιχείρησης.

Οι πρωτοταγείς ρίζες εκφύονται από το νεότερο τμήμα της κεφαλής και μάλιστα από τον εξωτερικό αγγειακό κώνο στη βάση κάθε φύλλου. Είναι οι ρίζες εκείνες που παράγονται απευθείας από την κεφαλή του φυτού ή από τη βάση των κόμβων των στολώνων. Οι πρωτοταγείς ρίζες είναι συνήθως 20-35 και σπανίως φτάνουν και τις 100 ανά φυτό .

Οι δευτεροταγείς ρίζες εκφύονται από τις πρωτοταγείς και τα τριχίδια τα οποία ανέρχονται ακόμη και σε χιλιάδες και σχηματίζουν ένα πλούσιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα.

1.3.2. Βλαστός

Είναι βραχύτατος με μεσογονάτια διαστήματα ελάχιστου μήκους και καλείτε κεφαλή ή ρόδακας. Το ύψος του ρόδακα είναι μερικά μόνο εκατοστά (στα περισσότερα είδη) και μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 50v-60 εκ.. Η κεφαλή συνίσταται από τους αγγειώδεις ιστούς , οι οποίοι σχηματίζουν έναν κύλινδρο στο κέντρο του οποίου υπάρχει η εντεριάνη και από του εξωτερικούς ιστούς, αποτελούνται από τις βάσεις των φύλλων στο εσωτερικό μέρος των οποίων βρίσκονται οι οφθαλμοί. Από τον κύλινδρο των αγγείων ξεκινούν αγγειώδεις δεσμίδες προς δύο κατευθύνσεις οι οποίες καταλήγουν στις βάσεις των φύλλων. Με αυτόν τον τρόπο κάθε φύλλο συνδέεται μεταξύ τους με τρία απομακρυσμένα σημεία της στήλης, από τα οποία τροφοδοτείται με νερό και ανάλογα θρεπτικά στοιχεία.

Έτσι ακόμη και αν αποκοπούν ή καταστραφούν όλες οι ρίζες μιας πλευράς του φυτού, τα φύλλα έχουν τη δυνατότητα να τροφοδοτηθούν από τις υπόλοιπες ζωντανές ρίζες και αποφεύγουν έτσι το μαρασμό κι την πτώση τους.

1.3.3. Στόλωνες

Είναι ετήσιοι βλαστοί που εκπύσσονται από τους μασχालιαίους οφθαλμούς και εκτείνονται πλαγίως έρποντας επί του εδάφους. Ο βλαστός αυτός έχει δύο γόνατα. Το δεύτερο ή ακραίο γόνατο όταν ακουμπήσει σε υγρό έδαφος ριζοβολεί και παράγεται ταυτόχρονα ένας βλαστός. Σχηματίζεται έτσι μια έρριξη παραφυάδα.

Από το βλαστό αυτό παράγετε νέος στόλωνας, ο οποίος θα δώσει γέννηση σε καινούργια έρριξη παραφυάδα και νέο στόλωνα. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής και διαρκεί όλο το καλοκαίρι εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και θρέψης είναι κατάλληλες.

1.3.4. Φύλλα

Η διάταξη των φύλλων επί της κεφαλής είναι σπειροειδής σε φυλλοταξία 2/5, που σημαίνει ότι ακριβώς στην ίδια κάθετη γραμμή βρίσκονται το 1^ο και το 6^ο φύλλο. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη μέγιστη έκθεση του φυτού στον ήλιο. Ο μίσχος των φύλων είναι συνήθως μακρύς και καλύπτεται από πλήθος αστεροειδών τριχών. Η διάρκεια ζωής του κάθε φύλλου κυμαίνεται από 1 έως 3 μήνες. Αυτό που λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, επειδή καθορίζει τη μελλοντική παραγωγή, είναι ο αριθμός των φύλλων που υπάρχει στο φυτό το φθινόπωρο. Όταν οι οφθαλμοί αυτοί είναι μασχαλιαίοι συνεπάγεται ότι όσο περισσότερα είναι τα φύλλα τόσο μεγαλύτερη και η παραγωγή καρπών την επόμενη άνοιξη.

1.3.5. Ταξιανθία

Την άνοιξη από τους διαφοροποιημένους το προηγούμενο φθινόπωρο οφθαλμούς αναπτύσσεται το ανθοφόρο στέλεχος, το οποίο σχηματίζει μια κορυμβόμορφη ταξιανθία. Το κύριο στέλεχος σε κάποιο ύψος διχάζεται σε δύο δευτερογενής βραχίονες. Στο σημείο διχασμού, το οποίο είναι το ανώτατο σημείο του κύριου στελέχους, υπάρχει το πρώτης τάξης άνθος. Οι δεύτερης τάξης βραχίονες σε κάποιο ύψος διχάζονται και αυτοί δίδοντας τους τρίτης τάξης βραχίονες, ενώ στο σημείο διχασμού υπάρχει το δεύτερης τάξης άνθος.



Εικόνα 2. Φυτό φράουλας

1.3.6. Άνθος

Το άνθος της φράουλας έχει στεφάνη με πέντε λευκά ωσειδή πέταλα, κάλυκα με 10 λοβούς τακτοποιημένους σε δύο σπονδύλους από τους οποίους οι τρεις είναι εξωτερικοί, μικρότεροι σε μέγεθος και συνιστούν ένα είδος υποκάλυκα. Η γύρη ωριμάζει πριν ακόμη ανοίξει ο ανθήρας ή το άνθος, αλλά συνήθως ο ανθήρας διαρρηγνύεται μετά το άνοιγμα των ανθέων, οπότε και επέρχεται μερική αφύγρανση του. Η απελευθερωμένη γύρη αρχικά είναι βαριά και κολλώδης, αργότερα όμως αποξηραίνεται και μπορεί να μεταφερθεί και με τα ρεύματα του αέρα. Σε κανονικές συνθήκες η γύρη παραμένει ζωτική για αρκετές ημέρες και αν αποξηρανθεί ελαφρώς διατηρείται στ ψυγείο για αρκετές εβδομάδες.

1.3.7. Καρπός

Μετά την γονιμοποίηση του ωαρίου, αναπτύσσεται γρήγορα η ωοθήκη και ταυτόχρονα αρχίζει η διόγκωση των γύρω ιστών και μάλιστα εκείνων της ανθοδόχης. Με τη γονιμοποίηση όλων των ωοθηκών η διόγκωση των ιστών της ανθοδόχης γίνεται σε όλη τη επιφάνεια της γεγονός που οδηγεί ως το σχηματισμό του μούρου ή μιμαίκυλου στην επιφάνεια του οποίου είναι σφηνωμένα τα αχάινια. Το μούρο είναι το εμπορεύσιμο προϊόν της φράουλας. Το μέγεθος του μούρου ποικίλει από μικρό έως πολύ μεγάλο, ανάλογα με είδος, την ποικιλία, την θέση του ανθικό στέλεχος και τις συνθήκες θρέψης. Το σχήμα του καρπού ποικίλει από κανονικό κωνικό, ωσειδές, σφαιροκωνικό, σφαιρικό, επίμηκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του. Χρώμα του μούρου ποικίλει από λευκορόδινο, ρόδινο, ανοικτό κόκκινο, μέχρι και έντονο άλικο ή σκούρο κόκκινο, ανάλογα με το γονότυπο.

1.3.8. Σπέρματα (αχαίνια)

Τα αχαίνια ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους πολύ νωρίτερα από την ωρίμανση του μούρου. Το αχαίνιο φέρει εξωτερικά ένα σκληρό περικάρπιο, το οποίο συνίσταται από πολλές στρώσεις κυττάρων, ακολουθεί το μαλακό εξωκάρπιο και το ενδοκάρπιο, το οποίο αποτελείται από το μίας στρώσης κυττάρων ενδοσπέρμιο που περικλείει αποθηκευτικό μέρος τροφών συνιστούν αποκλειστικά οι κοτυληδόνες στις οποίες υπάρχουν πρωτεΐνες και λοιποί και καθόλου άμυλο.

1.4. Πολλαπλασιασμός

■ Εγγενής πολλαπλασιασμός

Είναι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο. Εφαρμόζεται από τους βελτιωτές και τους γενετιστές προκειμένου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια. Αυτός ο πολλαπλασιασμός δεν έχει καμία πρακτική αξία για την δημιουργία μίας φυτείας παραγωγικής κατεύθυνσης

■ Αγενής Πολλαπλασιασμός

Είναι κατεξοχήν μέθοδος πολλαπλασιασμού της φράουλας, η οποία εξασφαλίζει το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση μια νέας παραγωγικής φυτείας. Δηλαδή φυτείας η οποία έχει ως κατεύθυνση την παραγωγή καρπών με προορισμό ην επιτραπέζια κατανάλωση ή την τροφοδοσία μια βιομηχανίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Θερμοκήπια

2.1. Θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική όμως εξάπλωση τους αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων. Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή του τιμή επέτρεψαν στους προοδευτικούς καλλιεργητές να κατασκευάζουν μόνοι τους θερμοκήπια για παραγωγή πρώιμων κηπευτικών, χωρίς να χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια. Αργότερα δημιουργήθηκαν και αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές. Έτσι παρατηρήθηκε μια σημαντική ανάπτυξη των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 46.441 στρέμματα το 2003.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα είναι :

- Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας
- Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος
- Η γεωργική πολιτική του κράτους ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων.²

² Δημήτρης Σάββας, εκδόσεις – Αργο τύπος, Καλλιέργειες εκτός εδάφους, υδροπονία, υποστρώματα

2.1.1. Υδροπονικές καλλιέργειες

Η καλλιέργεια των κηπευτικών και των δρεπτών ανθέων την Ελλάδα, στη συντριπτική πλειονότητα των θερμοκηπίων, γίνεται στο φυσικό έδαφος ή σε βελτιωμένο με προσθήκη οργανικής ουσίας .

Οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι υδροπονικές καλλιέργειες σήμερα στη Ελλάδα είναι περίπου 1500 στρέμματα και γίνεται με την χρήση στερεών υποστρωμάτων πετροβάμβακα, περλίτη ή οργανικών υποστρωμάτων και μεμβράνης θρεπτικού διαλύματος,. Η περιορισμένη χρησιμοποίηση της μεθόδου αυτής στην Ελλάδα ότι οφείλεται κυρίως την έλλειψη αξιόπιστων σταθμών υποστήριξης, που είναι αναγκαίοι στις επιχειρήσεις αυτές, καθώς και στον περιορισμένο αριθμό ειδικών που είναι κατάλληλα ενημερωμένοι στα θέματα αυτά.

2.2. Γενικές έννοιες και ορισμοί

Καλλιέργεια εκτός εδάφους καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Στις σύγχρονες καλλιέργειες εκτός εδάφους, η τροφοδότηση των φυτών με το νερό και θρεπτικά στοιχεία βασίζεται στη χορήγηση ενός τεχνικά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος. Οι ρίζες αναπτύσσονται είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα είτε σε πορώδη στερεά υλικά τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα το οποίο καλύπτει παράλληλα και τις αρδευτικές ανάγκες των φυτών.

Ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών μπορεί να θεωρηθεί κάθε φυσικό ή προερχόμενο από βιομηχανική επεξεργασία πορώδες υλικό, εκτός από το φυσικό χώμα, το οποίο χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατεί νερό και αέρα σε κατάλληλες για τη ανάπτυξη των φυτών αναλογίες, με συνέπεια να μπορεί να υποκαθιστά το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

Εφόσον το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται τα υποστρώματα περιέχει όλα τα σχετικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχθούν και να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν

πλήρως το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης των καλλιεργειών. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας. Αυτό σημαίνει ότι πρακτικά δεν αποδίδουν θρεπτικά στοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα ούτε δεσμεύουν ιόντα που υπάρχουν ήδη σε αυτό.

2.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εκτός εδάφους

Πλεονεκτήματα

- Η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (βακτήρια, έντομα εδάφους)
- Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω της υπερεντατικής τους εκμετάλλευσης και της μονοκαλλιέργειας είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων .
- Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στις περιπτώσεις εκείνες που το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα .
- Το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό, η εξάτμιση νερού αρδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας.
- Στις υδροπονικές καλλιέργειες Η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος.

- Απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση), με αποτέλεσμα αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.
- Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, 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 αποτελεσμάτων στις υδροπονικές καλλιέργειες.
- Η αριστοποίηση της θρέψης αλλά και η αποφυγή μίας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη εκτεθεί πιο πάνω δίνουν την δυνατότητα παραγωγής λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών καλύτερης ποιότητας (Benoit and Ceustermans 1995)
- Η μηχανοποίηση και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών
- Η δυνατότητα αποτελεσματικής προστασίας του περιβάλλοντος, όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα

Μειονεκτήματα

Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος για μία καλλιέργεια που λαμβάνει χώρα στο έδαφος.

Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες.

Η εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο – γεωπόνο η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμμικών γνώσεων.

Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό.

Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της υδρόλυσης, δεδομένου ότι παρέχονται σε επαρκής ποσότητες στο χώμα.

2.4. Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιεργειών

Η ανάπτυξη των φυτών έξω από το φυσικό έδαφος δημιουργεί την ανάγκη να δημιουργηθεί ένα τεχνητό ελεγχόμενο περιβάλλον στην περιοχή της ρίζας. Ανάλογα με την τεχνολογία και τα υλικά που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορεί να ταξινομηθούν σε διάφορα συστήματα και μεθόδους. Σε εμπορική κλίμακα, σ' όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούνται πάρα πολλές μέθοδοι, οι οποίες μπορεί να ταξινομηθούν σε 6 κύριες κατηγορίες όπως στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση των μεθόδων υδροπονικών καλλιέργειών

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

Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 2006

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

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

- α) με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή κλειστά συστήματα, όπως ονομάζονται τα συστήματα στα οποία εφαρμόζεται αυτός ο τρόπος διάθεσης, και
- β) χωρίς ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή ανοικτά συστήματα³.

2.4.1. Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (Rockwool)

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

Χρησιμοποιείται για 1 έως 3 χρόνια και μετά πρέπει να ανακυκλώνεται. Αν δεν είναι δυνατή η ανακύκλωσή του, απορρίπτεται σε βάθος μέσα στο έδαφος και καλύπτεται με παχύ στρώμα χώματος⁴.

³ Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 123 – 124.

2.4.2. Καλλιέργεια σε περλίτη

Ο περλίτης είναι ορυκτό, αργιλοπυριτικό, ηφαιστειογενούς προέλευσης, με 3-4% κρυσταλλικό νερό. Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διογκωμένοι κόκκοι διαμέτρου 1,5 έως 3 χιλιοστά. Το βάρος του είναι 94-128 Kgr/m³ και μπορεί να συγκρατήσει 3πλάσιο ή 4πλάσιο νερό σε σχέση με το βάρος του. Το pH στην αρχή είναι 6,5-7,5, δεν έχει σημαντική ρυθμιστική ούτε και εναλλακτική ικανότητα ιόντων και δεν περιέχει άλατα.

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

Η διαμόρφωση της καλλιέργειας μπορεί να γίνει όπως στον ορυκτοβάμβακα. Και σ' αυτή τη μέθοδο η καλλιέργεια μπορεί να γίνει με ανακύκλωση του διαλύματος ή χωρίς ανακύκλωση⁵.

2.4.3. Καλλιέργεια σε ίνες καρύδας

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

Είναι υλικό με υψηλό πορώδες 95-97% και χαμηλή πυκνότητα 82 kg/m³. Το pH κυμαίνεται μεταξύ 5 έως 6 και έχει μέση ως υψηλή ρυθμιστική και εναλλακτική ικανότητα (39-69 meq/100g). Έχει επίσης υψηλή υδατοϊκανότητα.

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

Στην αγορά υπάρχουν προϊόντα λιγότερο ή περισσότερο ζυμωμένα που προσφέρουν περισσότερο ή λιγότερο αερισμό στην περιοχή της ρίζας, ανάλογα με τις απαιτήσεις των διαφόρων καλλιεργειών⁶.

⁴ Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 126 – 127.

⁵ Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 128 – 129.

⁶ Μαυρογιαννόπουλος, 2006, σελ. 136 – 137.

2.4.4. Σύστημα επίπλευσης (Floating system)

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

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

Οι λεκάνες (δεξαμενές) καλλιέργειας φυτών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα επίπλευσης έχουν μήκος και πλάτος που κυμαίνονται, ανάλογα με τις διαστάσεις του θερμοκηπίου και ωφέλιμο ύψος τουλάχιστον 25 - 30 cm⁷.

⁷ Σάββας, 2012, σελ. 203.

2.4.5. Καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

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

Το NFT είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως ρέει συνεχώς, σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα σύστημα καλλιέργειας σε λεκάνες γεμισμένες με στάσιμο θρεπτικό διάλυμα. Για να επιτυγχάνεται καλή οξυγόνωση του ριζικού συστήματος, το βάθος του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος μέσα στα κανάλια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2-4 mm⁸.

2.4.6. Αεροπονία

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

Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσιο πάνω στο ριζικό σύστημα που αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή επιμήκεις σωλήνες (στο εξής θα αποκαλούνται φυτοδοχεία), έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού τού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Τα φυτοδοχεία μέσα στα οποία αναπτύσσονται οι γυμνές ρίζες, είναι τελείως κλειστά από πάνω αλλά θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα να ανοίγουν όταν χρειάζεται. Στο ανώτερο τμήμα των φυτοδοχείων ανοίγονται τρύπες μέσα από τις οποίες διέρχονται οι ρίζες ώστε να αιωρούνται στο εσωτερικό τους, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκεται εκτός. Ο λαιμός του φυτού μπορεί να στερεώνεται χαλαρά με ένα σπογγώδες υλικό στην τρύπα εισόδου της ρίζας στο φυτοδοχείο. Εναλλακτικά, τα φυτά μπορούν να στερεώνονται μέσω τοποθέτησης σε μικρό πλαστικό γλαστρίδιο με διάτρητο πυθμένα⁹.

⁸ Σάββας, 2012, σελ. 207.

⁹ Σάββας, 2012, σελ. 218.

2.5. Λιπάσματα

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

2.6. Καλλιέργεια Φράουλας εκτός εδάφους

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

Η φράουλα εκκρίνει ουσίες με αυτοτοξική δράση από τις ρίζες της. Συνεπώς, όταν η φράουλα καλλιεργείται σε κλειστά υδροπονικά συστήματα, το ανακυκλούμενο θρεπτικό, διάλυμα θα πρέπει να απορρίπτεται τακτικά, ώστε αυτές οι ουσίες να μην συσσωρεύονται στο περιβάλλον των ριζών της.

Η φύτευση της φράουλας στις καλλιέργειες εκτός εδάφους γίνεται είτε σε σάκους είτε απευθείας σε κανάλια που περιέχουν κάποιο υπόστρωμα (συνήθως πετροβάμβακας, περλίτης, ελαφρόπετρα ή κόκος). Φύτευση της φράουλας σε κανάλια, υπερυψωμένα ή μη, γίνεται και όταν εφαρμόζεται υδροκαλλιέργεια με επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, όπως π.χ. σε συστήματα NFT. Λόγω του μικρού μεγέθους της, η φράουλα μπορεί να καλλιεργηθεί επιτυχώς σε αεροπονικά συστήματα, καθώς και σε συστήματα επίπλευσης. Η φύτευση της φράουλας μπορεί να γίνεται σε απλές, διπλές ή πολλαπλές γραμμές. Η τοποθέτηση των φυτών σε διπλές ή πολλαπλές

γραμμές επιτρέπει την εφαρμογή υψηλότερης πυκνότητας φύτευσης και προτιμάται γιατί δίνει υψηλότερη παραγωγή.

Η πυκνότητα φύτευσης της φράουλας κυμαίνεται γύρω στα 10 φυτά / m² όταν τα φυτά είναι τοποθετημένα στο ίδιο επίπεδο, ενώ η εφαρμογή συστημάτων κάθετης καλλιέργειας ή κεκλιμένων επιπέδων επιτρέπει πυκνότητες που φτάνουν τα 24 φυτά / m² ή και μεγαλύτερες¹⁰.

2.4.7. Λίπανση και θρέψη

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

Στα φυτά φράουλας το Ca συσσωρεύεται κυρίως στα φύλλα, ενώ οι καρποί περιέχουν πολύ λίγο ασβέστιο. Αντίθετα από το Ca, το K και το N περιέχονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους καρπούς, ενώ το Mg περιέχεται σε ίδιες συγκεντρώσεις τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς. Γενικά οι συγκεντρώσεις των μακροκατιόντων είναι σχετικά χαμηλές στα φύλλα της φράουλας. Οι συγκεντρώσεις K, Ca και Mg ίσες με 19,4, 8,4 και 4,2 mg g⁻¹ ξηρής ουσίας αντίστοιχα στα φύλλα της φράουλας, οι οποίες δίνουν γραμμομοριακή αναλογία K:Ca:Mg ίση με 0,56:0,24:0,20. Όσον αφορά τους καρπούς της φράουλας, οι συγκεντρώσεις K, Ca και Mg ίσες με 34,9, 3,6 και 4,4 mg g⁻¹ ξηρής ουσίας αντίστοιχα, από τις οποίες υπολογίζεται μία γραμμομοριακή αναλογία K:Ca:Mg ίση με 0,76:0,08:0,16. Όσον αφορά την γραμμομοριακή αναλογία N:K, ενδεικτικά αναφέρεται ότι αυτή βρέθηκε ίση με 2,85 στα φύλλα και 1,85 στους καρπούς. Οι παραπάνω διαφορές στις συγκεντρώσεις και αναλογίες θρεπτικών στοιχείων μεταξύ φύλλων και καρπών αντικατοπτρίζονται και στις συνθέσεις των θρεπτικών διαλυμάτων που χορηγούνται στην φράουλα κατά το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης και το στάδιο της καρποφορίας.

¹⁰ Σάββας, 2012, σελ. 475 – 476.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.4, η συγκέντρωση ασβεστίου είναι αυξημένη κατά το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης της φράουλας αλλά μειώνεται στο στάδιο της καρποφορίας, ενώ ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει με το K και σε μικρότερο βαθμό με το N. Τέλος, η συγκέντρωση Mg στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει επίσης να μειώνεται κατά την μετάβαση των φυτών από τη βλαστική φάση ανάπτυξης στο στάδιο της καρποφορίας.

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

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η φράουλα επωφελείται από την παροχή πυριτίου μέσω του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας. Κατ' αρχήν, η παροχή Si αυξάνει την γονιμότητα της γύρης της φράουλας και συνεπώς και την καρπόδεση, με συνέπεια να οδηγεί σε υψηλότερη παραγωγή. Επιπλέον, η παροχή Si στη φράουλα μέσω του θρεπτικού διαλύματος μειώνει σημαντικά τις προσβολές από ωίδιο. Από την άλλη πλευρά όμως, έχει αναφερθεί ότι η χορήγηση Si στο θρεπτικό διάλυμα σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα $0,55 \text{ mmol L}^{-1}$ (σε μορφή K_2SiO_3) μπορούν να αυξήσουν την συχνότητα εμφάνισης καρπών με αλμπινισμό (καρποί λευκού χρώματος). Για να αποφευχθεί αυτή η παρενέργεια, η συγκέντρωση Si στα θρεπτικά διαλύματα που παρέχονται στη φράουλα συνιστάται να μην υπερβαίνει το επίπεδο των $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ ¹¹.

¹¹ Σάββας, 2012, σελ. 476 – 478

Πίνακας 2. Συνιστώμενες συνθέσεις

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

Πηγή: Σάββας, 2012

ΜΕΡΟΣ 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σκοπός της εργασίας

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

3.1. Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν φυτά ψυγείου της ποικιλίας Camarosa η οποία επιλέχθηκε γιατί καλλιεργείται ευρέως τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα.

Τα χαρακτηριστικά της είναι τα παρακάτω:

Η ποικιλία Camarosa αναπτύχθηκε και εισήχθη στην αγορά το 1993 από το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας. Χαρακτηριστικό της ποικιλίας αυτής είναι ότι η παραγωγή καρπών γίνεται σε τρεις περιόδους το χρόνο: **πρώιμη, μεσαία και όψιμη**. Παράγει καρπούς μεγάλους, κωνικούς, ομοιόμορφα πεπλατυσμένους με ομοιόμορφο εξωτερικό και εσωτερικό χρώμα επίσης ο καρπός είναι αρκετά ανθεκτικός στη βροχή. Τα φυτά παρουσιάζουν μέτρια ευαισθησία στο μύκητα *Xanthomonas* και στον περονόσπορο. Η ποικιλία Camarosa προσαρμόζεται καλύτερα στις νοτιότερες περιοχές, παράγοντας σταθερά υψηλότερες σοδειές μεγάλων και καλής ποιότητας καρπών. Η ποικιλία αυτή προσαρμόζεται στα φυτώρια καλύτερα από κάθε άλλη ποικιλία που έχει δοκιμαστεί. Η όψιμη παραγωγή, οι υψηλές σοδειές, οι μεγάλοι καρποί και η καλή συνεκτικότητα την κάνουν ελκυστική τόσο στους παραγωγούς όσο

και στους εμπόρους. Η συνεκτικότητα των καρπών επιτρέπει καλύτερη ευελιξία στο χρόνο συγκομιδής των καρπών και καλύτερη κατανομή αυτών στην αγορά.

3.2. Φύτευση

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

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

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

2. Σε ότι αφορά τον περλίτη, χρησιμοποιήθηκε υδροπονικός περλίτης της εταιρείας Perloflor ο οποίος τοποθετήθηκε χύδη στα πλαστικά κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Όπως και στην επίπλευση, χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «Camagosa» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m². Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις από 5 φυτά, ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.

3.3. Περιγραφή των υδροπονικών συστημάτων

3.3.1. Σύστημα NFT

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

1. **Κανάλια:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Η απόσταση μεταξύ του κάθε ζεύγους καναλιών είναι 0,6 m.
2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.
4. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
5. **Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας:** Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.
6. **Αντλίες** που ήταν τοποθετημένες στην κορυφή του κάθε καναλιού (2 αντλίες ανά σύστημα) για την εξασφάλιση συνεχούς ροής του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας των 3 καναλιών του πειραματικού τεμαχίου. Το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας, ρέει κατά μήκος των καναλιών και επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας. Η επιστροφή του θρεπτικού διαλύματος

πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων κλειστών αγωγών υπό την επίδραση της βαρύτητας.

7. **Εγχετές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m³ διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).
8. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.
9. **Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.
10. **Συλλογή απορροής.** Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας.
11. **Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής** έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.
12. **Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης O₂** σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

3.3.2. Σύστημα στερεών υποστρωμάτων (περλίτη)

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

1. **Κανάλια:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Η απόσταση μεταξύ των καναλιών είναι 0,6 m

2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.
4. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
5. **Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας:** Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.
6. **Εγχυτές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m³ διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).
7. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.
8. **Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.
9. **Συλλογή απορροής.** Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας. Οι αντλίες οδηγούνται από καταλλήλους ρυθμιστές στροφών (inverters) για την ελεγχόμενη αυξομείωση της παροχής.
10. **Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής** έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του

διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.

- 11. Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης O_2** σε κάθε πειραματικό τεμάχιο να υπάρχει ένας στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

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

3.3.3. Κεφαλή υδρολίπανσης

- Η **κεφαλή υδρολίπανσης**, έχει την δυνατότητα παρασκευής 12 διαφορετικών θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία παρασκευάζονται από την μίξη νερού, 12 πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και ενός πυκνού διαλύματος οξέως.
- Ο **χρόνος παρασκευής** κάθε διαλύματος, είναι περίπου 15 λεπτά, συμπεριλαμβανομένου και του **χρόνου διορθώσεως του pH**.
- Οι **αναλογίες της μίξης**, καθώς και το **επιθυμητό pH** επιλέγονται αυτόματα βάσει εξισώσεων.
- Το **παραγόμενο τελικό διάλυμα συμπλήρωσης**, οδηγείται μέσω αντλίας και 6 καταλλήλων ηλεκτροβαλβίδων στα αντίστοιχα 3 δοχεία συμπλήρωσης στην περίπτωση των στερεών υποστρωμάτων και στις 3 λεκάνες καλλιέργειας στην περίπτωση της επιπλεύσεως.
- Η **παροχή πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος**, πραγματοποιείται με την χρήση 13 περισταλτικών δοσομετρικών αντλιών για τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια έγχυσης (12 για τα πυκνά δ/τα και 1 για την είσοδο του καθαρού νερού). Η παροχή τους είναι 60 l/h σε πίεση 3 bar.

3.2.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος

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

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

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

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

3.3.5. Αντλία κεφαλής υδρολιπάνσεως

Η αντλία της κεφαλής υδρολιπάνσεως είναι παροχής 10m³/h σε πίεση 3 bar.

3.3.6. Αισθητήρες κεφαλής υδρολιπάνσεως

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

3.3.7. Παρελκόμενα κεφαλής υδρολιπάνσεως

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

- Σύστημα αναδεδύσεως (με εισαγωγή αέρα) του παρασκευαζόμενου θρεπτικού διαλύματος

3.4. Μετρήσεις

3.4.1. Παραγωγή

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

- Αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Βάρος εμπορεύσιμων καρπών/φυτό (η απόδοση σε καρπούς εκφράστηκε και σε kg/m^2).
- Μεγάλη διάμετρος καρπών
- Μήκος καρπών

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

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

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

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

3.4.2. Ανάπτυξη

Πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες φυτών στα παρακάτω στάδια:

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

Μετρήθηκαν τα εξής:

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

3.4.3. Θρεπτικά διαλύματα

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

Πίνακας 3. Σύσταση του νερού αρδεύσεως και του θρεπτικού διαλύματος (οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων δίνονται σε meq/l και των ιχνοστοιχείων σε $\mu\text{mol/l}$)

	Σύσταση νερού αρδεύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
NO_3	0,00	12,10
H_2OP_4^-	-	1,20
SO_4^{2-}	2,25	1,65
Cl	1,55	1,55
NH_4^+	-	1,30
Ca^{2+}	5,11	7,20
K^+	0,07	4,70
Mg^{2+}	2,63	3,00
Na^+	1,09	1,09
Fe $\mu\text{mol/l}$	-	20,00
Mn	-	10,00
Zn	1,07	7,00
B	5,56	25
Cu	-	0,80
Mo	-	0,50
HCO_3 meq/L	4,85	0,79
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,6-5,7

3.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

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

Πίνακας 4. Επίδραση του υποστρώματος στον αριθμό φύλλων, καρπών, ανθέων και καρπών ανά φυτό

Υπόστρωμα	Αριθμός φύλλων ανά φυτό	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Αριθμός ανθέων ανά φυτό
NFT	12,27 ns	4,00 ns	2,13 a
Περλίτης	9,73 ns	2,53 ns	0,87 b

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα.. ο αριθμός των φύλλων και ο αριθμός των καρπών ανά φυτό δεν διαφοροποιείται σε σχέση με το υδροπονικό σύστημα, ενώ αντιθέτως, ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό είναι μεγαλύτερος στο NFT σε σύγκριση με τον περλίτη. Τονίζεται ότι ο αριθμός των ανθέων και των καρπών ανά φυτό αφορούν την μέτρησή τους κατά τη στιγμή της δειγματοληψίας.

Πίνακας 5. Επίδραση του υποστρώματος στο νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς στο νωπό βάρος φύλλων, ανθέων και ρίζας ανά φυτό

Υπόστρωμα	Νωπό βάρος φυτού (g)	Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
NFT	53,54 ns	15,60 ns	1,93 a	14,47 a
Περλίτης	57,2 ns	11,47 ns	0,12 b	10,76 b

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα..... το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα) και το νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό δεν διαφέρουν σημαντικά

μεταξύ των δυο συστημάτων. Το νερό βάρος της ρίζας και των ανθέων είναι σημαντικά μεγαλύτερο στο NFT σε σχέση με τον περλίτη.

Πίνακας 6. Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-αώριμων), ανθέων και ριζών

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

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

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

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

Πίνακας 7. Επίδραση του υποστρώματος στον αριθμό φύλλων, καρπών, ανθέων και καρπών ανά φυτό

Υπόστρωμα	Αριθμός φύλλων ανά φυτό	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Αριθμός ανθέων ανά φυτό
NFT	21,00 ns	12,73 ns	5,40 ns
Περλίτης	15,73 ns	8,13 ns	3,53 ns

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα... ο αριθμός των φύλλων, καρπών και ανθέων ανά φυτό δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο συστημάτων.

Πίνακας 8. Επίδραση του υποστρώματος στο νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς στο νωπό βάρος φύλλων, ανθέων και ρίζας ανά φυτό

Υπόστρωμα	Νωπό βάρος φυτού (g)	Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
NFT	127,77 ns	30,31 ns	0,50 ns	19,98 ns
Περλίτης	103,89 ns	32,34 ns	0,48 ns	17,58 ns

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα.. το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), το νωπό βάρος των φύλλων, των ανθέων και της ρίζας ανά φυτό δεν δείχνει να επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα.

Πίνακας 9. Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-ανώριμων), ανθέων και ριζών

Υπόστρωμα	% Ξηρά ουσία φύλλων	% Ξηρά ουσία ώριμων καρπών	% Ξηρά ουσία ανώριμων καρπών	% Ξηρά ουσία ανθέων	% Ξηρά ουσία ριζών
NFT	24,70 ns	11,09 ns	11,86 ns	23,07 ns	15,77 a
Περλίτης	23,61 ns	13,36 ns	11,90 ns	20,68 ns	13,75 b

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

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

Πίνακας 10. Επίδραση του υποστρώματος στην παραγωγή και τα χαρακτηριστικά των καρπών

Υπόστρωμα	Σύνολο απόδοσης (g)	Απόδοση σε εμπορ.	Απόδοση σε μη εμπορ.	Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
NFT	385,0 ns	314,5 ns	67,6 ns	38,4 ns	32,6 ns
Περλίτης	279,74 ns	194,37 ns	85,32 ns	37,41 ns	32,7 ns

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

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα... κανένα από τα χαρακτηριστικά παραγωγής και ποιότητας δεν δείχνει να επηρεάζεται σημαντικά από το υδροπονικό σύστημα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι η επανάληψη του πειράματος με καλύτερη απομόνωση των πηγών παραλλακτικότητας (διακοπές ρεύματος, δυσλειτουργία αντλιών από φραξίματα, κλπ) είναι βέβαιο ότι θα εξασφάλιζε καλύτερα αποτελέσματα ιδιαίτερα στην περίπτωση του NFT.

Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας τα δυο υδροπονικά συστήματα δεν φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα δεδομένα αύξησης και παραγωγής.

Ο έλεγχος των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, καθώς και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος κυρίως κατά τις θερμές περιόδους θα συμβάλλουν στην μεγαλύτερη και πιο ομοιόμορφη παραγωγή χωρίς προβλήματα. Η καλλιέργεια της φράουλας σε συστήματα υδατοκαλλιεργειών σε σχέση με τον περλίτη θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε θερμοκηπιακές μονάδες στην Ελλάδα δεδομένου ότι μέσω του συστήματος αυτού που είναι κλειστό, γίνεται εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται πιο εύκολα ο έλεγχος των χαρακτηριστικών του θρεπτικού διαλύματος.

Βιβλιογραφία

(Benoit and Ceustermans 1995)

Ανδreas Γ. Κανάκης , εκδόσεις – αθ. Σταμούλης , Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο

Σάββας, 2012, σελ. 207.

Σάββας, 2012, σελ. 218.

Δημήτρης Σάββας, εκδόσεις – Αργο τύπος, Καλλιέργειες εκτός εδάφους, υδροπονία, υποστρώματα